

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інженерно-фізичний факультет

Ливарне виробництво чорних і кольорових металів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис) М.М. Ямшинський

“ ____ ” червня 2019 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.050402 - Ливарне виробництво

на тему: «Технологічний процес виробництва виливка «Коробка» та організація роботи сумішоприготувального відділення»

Виконав : студент 4 курсу, групи ФЛ-51

Шевчун Дмитро Юрійович

(підпис)

Керівник доцент, к.т.н., доцент Фесенко М.А.

— _____
(підпис)

Консультант з Охорони праці к.т.н., доцент Зацарний В.В.

(підпис)

Консультант з Організаційної та економічної частини
к.т.н., ст. вик. Нараєвський В.І.

(підпис)

Консультант з Нормоконтролю доцент, к.т.н., доцент Федоров Г.Є

(підпис)

Рецензент _____

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інженерно-фізичний факультет

Кафедра Ливарного виробництва чорних і кольорових металів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 6.050402 - Ливарне виробництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ М.М. Ямшинський
(підпис)

«___» червня 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студента
Шевчуна Дмитра Юрійовича**

1. Тема проекту Технологічний процес виробництва виливка «Коробка» та організація роботи сумішоприготувального відділення, керівник проекту Фесенко Максим Анатолійович к.т.н., доцент,

затверджені наказом по університету від «27» травня 2019 р. № 1408-с

2. Термін подання студентом проекту 11.06.2019 року

3. Вихідні дані до проекту: 3.1. Матеріали переддипломної виробничої практики. 3.2. Література за темою дипломного проекту. 3.3. Номенклатура виливків ливарного цеху. 3.4. Потужність ливарного цеху - 3000 тонн придатних виливків за рік.

4. Зміст пояснювальної записки: 4.1. Вступ . 4.2. Аналіз виробничої програми. 4.3. Сумішоприготувальне відділення ливарного цеху. 4.4. Технологія ливарної форми виливка «Коробка». 4.5. Технологічне устатковування. 4.6. Організаційний розділ. 4.7. Економічний розділ 4.8. Охорона праці. 4.9 Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу: 5.1. План сумішоприготувального відділення. 5.2. Технологія ливарної форми «Коробка». 5.3. Модельна плита з моделлю. 5.4 Стрижневий ящик. 5.5. Котковий змішувач. 5.6 Форма в зборі 5.7. Порівняльні техніко-економічні показники

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Зацарний В.В., доцент		
Економічний розділ	Нараєвський С.В. ст. викл.		
Організаційний розділ	Нараєвський С.В. ст. викл.		
Нормоконтроль	Федоров Г.Є. доцент		

7. Дата видачі завдання 18.04.2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Переддипломна виробнича практика	15.04...17.05.19	
2	Аналіз виробничої програми	18.05...20.05. 19	
3	Проектування відділення фінішних операцій	21.05...25.05.19	
4	Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка	26.05...02.06.19	
5	Проектування ливарного устаткування	31.05....02.06.19	
6	Організаційна частина	31.05...05.06.19	
7	Економічна частина	31.05...05.06.19	
8	Охорона праці	31.05...05.06.19	
9	Рецензування проекту	11.05...14.06.19	
10	Захист	18.06.19	

Студент

(підпис)

Д.Ю. Шевчун

Керівник проекту

(підпис)

М.А. Фесенко

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення			Найменування	Кількість аркушів	Примітка	
1	A4				Завдання на дипломний проект	2		
2	A4	ФЛ51.5109.1110.0000.ПЗ			Пояснювальна записка			
3	A1	ФЛ51.5109.1110.0001.ДП			План сумішо-приготувального відділення	1		
4	A1	ФЛ51.5109.1110.0002.ДП			Технологія виготовлення виливка «Коробка»	1		
5	A1	ФЛ51.5109.1110.0003.ДП			Модельне оснащення для виготовлення виливка	1		
6	A1	ФЛ51.5109.1110.0004.ДП			Форма у складеному вигляді	1		
7	A1	ФЛ51.5109.1110.0005.ДП			Технологічне устаткування	1		
8	A1	ФЛ51.5109.1110.0006.ДП			Порівняльні техніко-економічні показники	1		
9	A1	ФЛ51.5109.1110.0006.ДП			Стрижневий ящик	1		

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: «Технологічний процес виробництва виливка «Коробка» та організація роботи сумішоприготувального відділення ливарного цеху»

Київ – 2019 року

ТХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

Ливарне виробництво є основною заготівельною базою у машинобудуванні, що знаходиться на етапі реставрації, тому завданням даного дипломного проекту є проектування та організація роботи сумішоприготувального відділення, розроблення технологічного процесу виготовлення виливка «Коробка» 96,5 кг із сталі марки 20Л ДСТУ 8781:2018, проектування ливарного устаткування, розроблення розділів з організації та економіки виробництва, охорони праці та екології шляхом виконання наступних завдань та у відповідності до вимог:

—для проектування сумішоприготувального відділення використовувати номенклатуру виливків, яка наведена в табл.1.1;

—потужність відділення що проектується складає 3000 т придатних виливків на рік;

—технологічні процеси мають бути максимально автоматизовані та механізовані;

—місце розташування цеху - м.Київ;

Основні джерела забезпечення роботи ливарного цеху:

—металеві матеріали —металобазис;

—вода — централізоване міське постачання;

—електроенергія —ТЕС.

—тепло і газ;

— централізована місцева мережа газу для очищення, скидання стічних вод;

— замкнена система водопостачання і водовідведення.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Шевчун Д.Ю.			ТХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Фесенко М.А.						6	
Реценз.		.				НТУУ «КПІ» Ім. Сікорського. ІФФ, ФЛ-51			
Н. Контр.		Федоров Г.Є..							
Затверд.									

РЕФЕРАТ

Дипломний проект: 109 стор., 42 табл., 5 рис., 1 посилань, 8 додатків.

Об'єкт проектування – Технологічний процес виготовлення виливка з сталі марки 20Л "Коробка" та організація роботи сумішоприготувального відділення.

Предмет проектування – технологія ливарної форми та організація роботи сумішоприготувального відділення.

Результати проектування – розроблено технологію ливарної форми, виконано технічне планування сумішоприготувального відділення та розрахунок ливарного устаткування.

Результати проектування можуть бути рекомендовані: для впровадження при виробництві виливка масою до 100 кг, середньої складності в умовах серійного виробництва.

Галузь використання – машинобудування, приладобудування, військово-промисловий комплекс тощо.

КОРОБКА, ЗМІШУВАЧ КОТКОВИЙ, ФОРМА ЛИВАРНА,
МОДЕЛЬНА ПЛИТА ВЕРХА, СТРИЖНЕВИЙ ЯЩИК, ВІДДІЛЕННЯ
СУМІШОПРИГОТУВАЛЬНЕ.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ		
Розроб.		Шевчун Д.Ю.					
Перевір.		Фесенко М.А.					
Реценз.		.					
Н. Контр.		Федоров Г.Є..					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						7	1
					НТУУ «КПІ» Ім. Сікорського. ІФФ, ФЛ-51		

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 109 стр., 42 табл., 5 рис., 1 ссылок, 8 приложений.

Объект проектирования – Технологический процесс изготовления отливки из стали марки 20Л "Коробка" и организация работы смесеприготовительных отделения.

Предмет проектирования - технология литейной формы и организация работы смесеприготовительных отделения.

Результаты проектирования - разработана технология литейной формы, выполнено техническое планирование смесеприготовительного отделения и расчет литейного оборудования.

Результаты проектирования могут быть рекомендованы: для внедрения при производстве отливки массой до 100 кг, средней сложности в условиях серийного производства.

Область применения - машиностроение, приборостроение, военно-промышленный комплекс и тому подобное.

КОРОБКА, СМЕСИТЕЛЬ ККОТКОВИЙ, ЛИТЕЙНАЯ ФОРМА,
МОДЕЛЬНАЯ ПЛИТА ВЕРХА, СТРЕЖНЕВОЙ ЯЩИК, ОТДЕЛЕНИЕ
СМЕСЕПРИГОТОВИТЕЛЬНОЕ.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Шевчун Д.Ю.			РЕФЕРАТ			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Перевір.		Фесенко М.А.								8	1
Реценз.		.						НТУУ «КПІ» Ім. Сікорського. ІФФ, ФЛ-51			
Н. Контр.		Федоров Г.Є..									
Затверд.											

ABSTRACT

Diploma project: 109 pages, 42 tables, 5 figures, 1 references, 8 annexes.

Design object - Technological process of 20L steel casting "machining" and organization of work of mixing compartment.

The subject of designing is the technology of foundry molding and the organization of work of the mixing compartment.

The results of the design - the technology of the foundry has been developed, the technical planning of the mixing compartment and the calculation of the foundry equipment have been completed.

The design results can be recommended: for the introduction into production casting weighing up to 100 kg, the average complexity in the conditions of serial production.

The field of use is machine building, instrument making, military-industrial complex, and others like that.

BOX, MIXER BOTTLE, FORM LIVARNA, MODEL HIGH SPEED, BOILER BOX, MISCELLANEOUS DISTRIBUTION.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ABSTRACT		
Розроб.		Шевчун Д.Ю.					
Перевір.		Фесенко М.А.					
Реценз.		.					
Н. Контр.		Федоров Г.Є..					
Затверд.							
					Лім.	Арк.	Акрушів
						9	1
					НТУУ «КПІ» Ім. Сікорського. ІФФ, ФЛ-51		

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	14
ВСТУП.....	15
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ.....	16
1.1 Виробнича програма	16
1.2 Характеристика виробництва і вибір технологій виготовлення виливків	24
1.3 Тип і структура цеху	24
2 РЕЖИМИ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ	25
3 ПРОЕКТУВАННЯ СУМІШОПРИГОТУВАЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ	30
3.1 Визначення рецептури і необхідної кількості формувальних і стрижневих сумішей	30
3.2 Вибір типу змішувачів.....	33
3.3 Розрахунок кількості устаткування сумішоприготувального відділення	34
3.4 Розрахунок енергетичних витрат.....	36
3.5 Будівельне проектування.....	39
4 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА.....	41
4.1 Обґрунтування вибраної технології	41
4.1.1 Загальна характеристика виливка	41
4.1.2 Вибір технологічного процесу виготовлення виливка.....	43
4.1.3 Обґрунтування положення виливка у формі й вибір площини розніму моделі і форми.....	43
4.1.4 Усадка металу виливка	45
4.1.5 Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка.....	46
4.1.6 Допустимі відхилення за розмірами і масою виливка.....	47
4.1.7 Конфігурація та розміри стрижнів, стрижневих знаків	47
4.1.8 Визначення кількості виливків у формі та їх розміщення.....	48
4.1.9 Розрахунок та вибір оптимальних розмірів опок.....	48
4.1.10 Характеристика вибраних опок	51
4.1.11 Обґрунтування вибраної конструкції ливникової системи, місця підведення металу та її розрахунок	51

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.000 ОПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ		
Розроб.		Шевчун Д.Ю.					
Перевір.		Фесенко М.А.					
Реценз.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						10	4
					НТУУ «КПІ» Ім. Сікорського ІФФ, ФЛ-51		

4.1.11.1 Розрахунок розмірів надливів	51
4.1.11.2 Розрахунок площ поперечних перерізів усіх елементів ливникової системи	52
4.1.12 Характеристика модельного комплекту.....	57
4.2 Вибір формувальних та стрижневих сумішей.....	58
4.2.1 Обґрунтування вибору рецептур формувальної та стрижневої сумішей.....	58
4.2.2 Характеристика складових сумішей.....	60
4.2.3 Технологія приготування сумішей.....	60
4.3 Процес виготовлення ливарних форм.....	61
4.3.1 Порядок виконання операцій при формуванні.....	61
4.3.2 Технологія виготовлення стрижнів.....	63
4.3.3 Вибір способу попередження прилипання суміші до моделі.....	63
4.3.4 Вибір способу захисту виливка від пригару.....	64
4.3.5 Складання форм.....	64
4.3.6 Розрахунок сили тиску металу на верхню півформу.....	64
4.4 Технологія заливання форми.....	67
4.5 Вибір технології вибивання форм і фінішних операцій.....	68
4.5.1 Вибивання виливків з ливарної форми та стрижнів з виливка.....	68
4.5.2 Можливі дефекти виливка.....	69
4.5.3 Контроль якості продукції.....	70
4.5.4 Термічне оброблення виливків.....	70
5 ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ.....	71
5.1. Розрахункова схема машини.....	71
5.2 Розрахунок розмірів чаші змішувача.....	72
5.2.1. Визначення діаметру чаші змішувача.....	72
5.2.2. Розрахунок висоти чаші змішувача.....	73

5.2.3. Розрахунок діаметра котка змішувача.....	73
5.2.4. Визначення ширини котка змішувача.....	73
5.2.5. Розрахунок маси котка.....	74
5.2.6. Розрахунок числа обертів котка.....	74
5.2.7. Розрахунок числа обертів вертикального вала.....	75
5.2.8. Попереднє передаточне число редуктора змішувача.....	76
5.2.9. Визначення потужності електродвигуна змішувача.....	77
5.3 Призначення змішувача періодичної дії з вертикально- обертливими котками.....	82
5.4 Кінематична схема змішувача періодичної дії з вертикально- обертливими котками.....	83
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	85
6.1 Визначення капітальних вкладень у проект сумішо- приготувальної ділянки ливарного цеху.....	85
6.2 Організаційний розділ.....	88
6.2.1 Розрахунок чисельності основних допоміжних робітників.....	88
6.2.2 Розрахунок фондів заробітної плати	90
6.3 Визначення планової собівартості одиниці продукції.....	92
6.3.1 Розроблення планової собівартості продукції.....	92
6.3.2 Розрахунок продуктивності праці на ділянці	94
6.4 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення.....	97
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	97
7.1 Правові та організаційні основи охорони праці на підприємстві.....	98
Аналіз параметрів приміщення.....	99

7.3 Аналіз освітленості приміщення.....	102
7.4 Шум, вібрація.....	103
7.5 Аналіз джерел виділення пилу та газів	105
7.6 Аналіз електробезпеки	107
7.7 Пожежна безпека	107
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	108
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	109
ДОДАТКИ.....	111

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ХТС - холоднотверднуча суміш,

ІЧТ – індукційна чавуноплавильна тигельна піч,

мм - міліметри,

см - сантиметри,

град - градуси,

кг - кілограми,

Н -ньютони,

с - секунди,

хв - хвилини,

ТЕП - техніко-економічні показники,

G – маса,

G_д – маса деталі.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.000 0ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<div>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ</div> <div>НТУУ «КПІ» Ім. Сікорського ІФФ, ФЛ-51</div>		
Розроб.		Шевчун Д.Ю.					
Перевір.		Фесенко М.А.					
Реценз.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						14	1

ВСТУП

Ливарне виробництво – технологічний процес виготовлення деталей з розплаву металів або інших матеріалів, які заливаються в пустотілу форму з обрисом пустоти, що відповідає формі деталі. Форми можуть бути разовими і постійними. Разові форми виготовляють з формувальної суміші, вони придатні тільки для однієї заливки; постійні – виготовляють з металу, вони придатні для великого числа відливок.

Ливарне виробництво – галузь металургії, що займається виготовленням фасонних деталей і заготовок шляхом заливання розплавлених металів, їхніх сплавів чи інших матеріалів у форму, порожнина якої має конфігурацію потрібного литого виробу.

Лиття - один з основних способів виробництва заготовок в машинобудуванні, який дозволяє одержати відливок практично будь-якої форми і маси з необхідними фізико-механічними властивостями. Лиття часто не тільки простіший, але й економічніший за інші спосіб виробництва (литі деталі складають близько 50 % маси машини, а частина витрат на них 15 – 25 %). Лиття є найоптимальнішим способом виробництва виробів із найбільш розповсюджених сплавів, як приміром, сталь, чавун, силумін, бронза, латунь та багато інших.

На сьогоднішній час в Україні на частку литих металевих деталей в середньому припадає 50-70 % маси (в верстатобудуванні до 90 %) і 20 % вартості машин. Тільки методами лиття можливо отримати складні за конфігурацією і геометрією заготовки із чорних та кольорових сплавів з високим (75-98 %) коефіцієнтом використання металу. У 80-90 роках минулого століття ливарники України займали

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.000 ОПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шевчун Д.Ю.			ВСТУП	Літ.	Арк.
Перевір.		Фесенко .М.А.					15
Реценз.						НТУУ «КПІ» Ім. Сікорського ІФФ, ФЛ-51	
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.							

перше місце у світі по литтю металу на душу населення, виробляючи до 6-6,5 млн т виливків на рік. Попит на ливарне виробництво пояснюється тим, що даним способом можна отримати металеві деталі, які мають більше переваг у порівнянні із іншими способами отримання заготовок (кування, штампування). Лиття дає змогу виготовити вироби будь-якої складності та із різних сплавів, із врахуванням великих інтервалів мас виливків, забезпечивши при цьому мінімальні припуски на механічну обробку. Це робить його найоптимальнішим способом виробництва шляхом зменшення матеріаловитрат і зниження собівартості заготовок та виробів.

На сьогодні в Україні зростає попит на виливки, що виготовлені із різних марок сталі 20Л, 25Л та чавуну СЧ 20, СЧ25.

В даному проекті розробляється технологія виготовлення виливка "Коробка" із марки сталі 20Л, а також організація роботи проектування сумішоприготувального відділення.

Потужність ливарного комплексу 3000 т придатних виливків на рік.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

1.1 Виробнича програма

Виробнича програма є основним документом для проектування технологічного відділення ливарного цеху, до якої входить завдання на випуск придатного литва на кожен виливок та тип матеріалу. Програмою передбачено на виробництво для кожної деталі запасних виливків.

При складанні виробничої програми робиться аналізування її вмісту, його метою є одержання даних планового виробництва.

Потужність проектованого ливарного комплексу у даному дипломному проєкті становить 3 000 тон придатних виливків за рік, які після подальших фінішних операцій будуть використані у сфері машинобудування.

Ливарний комплекс, для якого проектується обрана діляниця, створюється у відповідності до ливарних цехів із серійним виробництвом, для яких номенклатура виливків становить не більше за 150 найменувань та їхня серійність складає не менше 1000 шт. на рік виливків, що мають масу від 1,1 кг до 96,47 кг.

Отже, оскільки в даному комплексі виготовляються виливки різної маси, номенклатуру виливків можна поділити на дві групи:

- перша група – виливки масою до 20 кг;
- друга група – виливки масою більше 20 кг.

Номенклатура виливків представлена у таблиці 1.1

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ		
Розроб.		Шевчун Д.Ю.					
Перевір.		Фесенко М.А.					
Реценз.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						17	3
					НТУУ «КПІ» І, Сікорського ІФФ, ФЛ-51		

1.2 Вибір технології виготовлення виливків та характеристика виробництв

Даний ливарний комплекс характерний виготовлення виливків підвищеної складності з марок сталі 25Л, 20Л та чавуну марок СЧ25, СЧ20.

Беручи до уваги тип виробництва, конфігурацію, складність та масу виливків, габаритні розміри та марку сплаву, обираємо най більш доцільний спосіб виготовлення виливків. Переглянувши вище наведені характеристики, отримуємо те що у ливарному цеху виробництво виливків буде проводитися в сирих піщано-глинястих формах.

1.3 Тип та структура цеху

Проектований ливарний цех відновиться за типом виробничої програми до цехів дрібносерійного виробництва його ступінь механізації середній.

Структура ливарного цеху складається з дільниці і основних та допоміжних відділень

Виробничі відділення:

- 1) модельне відділення;
- 2) сумішоприготувальне відділення;
- 3) стрижневе відділення;
- 4) формувальне відділення;
- 5) дільниця лиття за моделями що витоплюються;
- 6) відділення фінішних операцій;
- 7) термічне відділення.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Допоміжні відділення:

- 1) ділянка служби підготовки виробництва, до якої входить ремонтна служба цеху та служба футерівки ківшів і тиглів;
- 2) цехова лабораторія.

Схема компонування відділень ливарного цеху зображена на рис. 1.1. Її проектування відповідає потребам ливарних цехів з дрібносерійним типом виготовлення виливків.

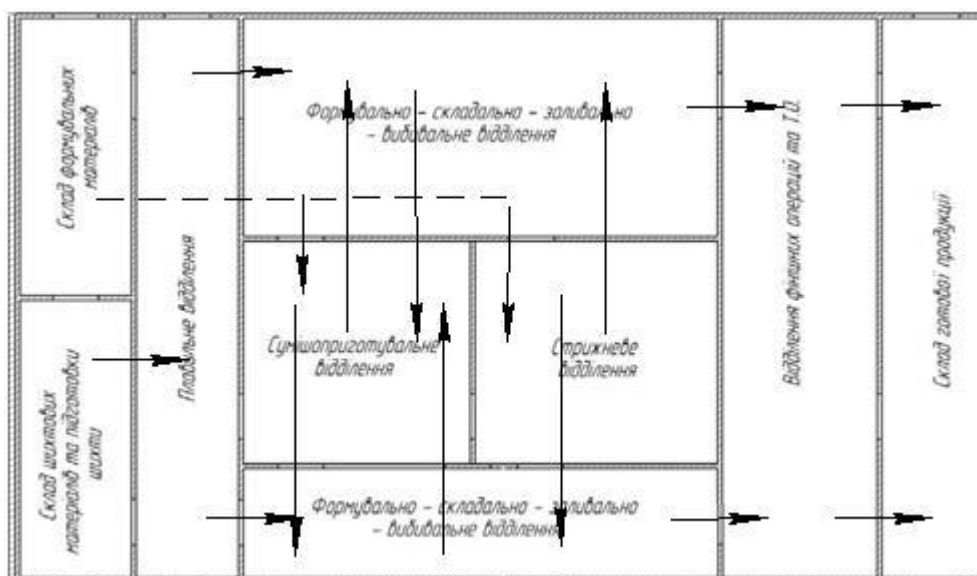


Рисунок 1.1 – Схема компонування відділень ливарного цеху

Таблиця 1.1 – Номенклатура виливків ливарного цеху

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виробу і марка сплаву	Маса виливка, кг	Кількість виливків на 1 виріб, шт	Маса виливків на 1 виріб, кг	Габоритні розміри виливка, мм			Режит термічного оброблення
							Довжина	Ширина	Висота	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ФЛ-5101	Кронштейн правий	СЧ25	1,3	1	1,3	100	30	20	Відпал 700...7200°C
2	ФЛ-5102	Кронштейн лівий	СЧ25	13	1	13	100	30	20	
3	ФЛ-5103	Корпус передній	СЧ25	9,4	1	9,4	300	200	97	
4	ФЛ-5104	Піф муфта	СЧ25	50,4	1	50,4	ø700		70	
5	ФЛ-5105	Зірочка	СЧ25	52,5	3	157,5	ø453		100	
6	ФЛ-5106	Зірочка 1	СЧ25	23,4	3	70,2	295	175	700	
7	ФЛ-5107	Зірочка 2	СЧ25	35	6	210	320	220	35	
8	ФЛ-5108	Стакан 1	СЧ25	14,7	2	29,4	176	176	108	
9	ФЛ-5109	Кришка	СЧ25	50,4	1	50,4	320	320	70	
10	ФЛ-5110	Стріла права передня	СЧ25	56,2	1	56,2	ø500		150	
11	ФЛ-5111	Стріл ліва передня	СЧ20	56,2	1	56,2	ø500		150	
12	ФЛ-5112	Корпус підшипника	СЧ20	2,4	4	9,6	ø140		30	
13	ФЛ-5113	Втулка	СЧ20	1,1	4	4,4	ø100		100	
14	ФЛ-5114	Корпус	СЧ20	62,6	1	62,6	640	410	290	

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	ФЛ-5115	Стакан 2	20Л	12,5	2	25	ø290		150	Нормалізація 900°С, відпуск 610°С
16	ФЛ-5116	Коробка	20Л	96,47	1	96,47	480	300	200	
17	ФЛ-5117	Штуцер	20Л	6,8	8	54,4	ø100		170	
18	ФЛ-5118	Барабан	25Л	43,2	2	86,4	ø400		210	
19	ФЛ-5119	Колодка	25Л	27,7	1	27,7	330	250	90	
20	ФЛ-5120	Штурвал	20Л	3,9	1	3,9	ø160		45	
21	ФЛ-5121	Повзун	25Л	27,7	1	27,7	ø530		220	
22	ФЛ-5122	Супорт	20Л	74,2	2	148,4	ø500		330	
23	ФЛ-5123	Стійка	25Л	31,7	2	63,4	345	310	185	
24	ФЛ-5124	Важіль	25Л	24,6	2	49,2	400	200	190	
25	ФЛ-5125	Водило	25Л	10	2	20	100	100	200	
Всього						1371				

Таблиця 1.2. Точна виробнича програма ливарного цеху

Індекс	Найменування	Матеріал	Маса, кг		Кількість на виріб		Річна програма випуску виливків						
							на основні вироби		на з/п		всього		
			деталі	виливка	шт	кг	шт	т	%	шт	т	шт	т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Кронштейн правий	СЧ25	1,1	1,30	1	1,30	1800	2,34	10	200	0,26	2000	2,60

Продовження таблиці 1.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	Кронштейн лівий	СЧ25	1,1	1,30	1	1,30	1800	2,34	10	200	0,26	2000	2,60
3	Корпус пкредній	СЧ25	8,0	9,40	1	9,40	1800	16,92	10	200	1,88	2000	18,80
4	Півмуфта	СЧ25	42,8	50,40	1	50,40	1800	90,72	10	200	10,08	2000	100,80
5	Зірочка	СЧ25	44,6	52,5	3	157,50	5400	283,50	10	600	94,50	6000	315,00
6	Зірочка 1	СЧ25	19,9	23,4	3	70,20	5400	126,36	10	600	42,12	6000	140,40
7	Зірочка 2	СЧ25	29,8	35,00	6	210,00	10800	378,00	10	1200	252,00	12000	420,00
8	Стакан 1	СЧ25	12,5	14,70	2	29,40	3600	52,92	10	400	11,76	4000	58,80
9	Кришка	СЧ25	42,8	50,40	1	50,40	1800	90,72	10	200	10,08	2000	100,80
10	Стріла права передня	СЧ25	47,8	56,2	1	56,20	1800	101,16	10	200	11,24	2000	112,40
11	Стріла ліва передня	СЧ20	47,8	56,20	1	56,20	1800	101,16	10	200	11,24	2000	112,40
12	Корпус підшипника	СЧ20	2,0	2,4	4	9,60	7200	17,28	10	800	7,68	8000	19,20
13	Втулка	СЧ20	0,9	1,1	4	4,40	7200	7,92	10	800	3,52	8000	8,80
14	Корпус	СЧ20	53,2	62,6	1	62,60	1800	112,68	10	200	12,52	2000	125,20
15	Стакан 2	20Л	10,6	12,50	2	25,00	3600	45,00	10	400	10,00	4000	50,00
16	Коробка	20Л	82,0	96,47	1	96,47	1800	173,65	10	200	19,29	2000	192,94
17	Штуцер	20Л	5,8	6,80	8	54,40	14400	97,92	10	1600	87,04	16000	108,80
18	Барабан	25Л	36,7	43,2	2	86,40	3600	155,52	10	400	34,56	4000	172,80
19	Колодка	25Л	23,5	27,7	1	27,70	1800	49,86	10	200	5,54	2000	55,40
20	Штурвал	20Л	3,3	3,9	1	3,90	1800	7,02	10	200	0,78	2000	7,80

ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ

Продовження таблиці 1.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
21	Повзун	25Л	23,5	27,7	1	27,70	1800	49,86	10	200	5,54	2000	55,40
22	Ступорт	20Л	63,1	74,20	2	148,40	3600	267,12	10	400	59,36	4000	296,80
23	Стійка	25Л	26,9	31,70	2	63,40	3600	114,12	10	400	25,36	4000	126,80
24	Важіль	25Л	20,9	24,60	2	49,20	3600	88,56	10	400	19,68	4000	98,40
25	Водило	25Л	8,5	10,00	2	20,00	3600	36,00	10	400	8,00	4000	40,00
Всього						1371,47							2742,94

ДП ФЛІС 1.5109.1110.0006.0000 ПЗ

2 РЕЖИМИ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ

Після проведення аналізу виробничої програми та серійності виробництва, можна спланувати режими роботи цеху та окремих відділень, а також фонди часу роботи устаткування та робітників.

Враховуючи вищезазначені чинники, визначаємо двозмінний паралельний режим роботи як найдоцільнішу форму організації виробничого процесу: саме такий режим дасть змогу забезпечити одночасне виконання всіх технологічних операцій на різних відділеннях та дільницях.

Також зазначимо, що обраний двозмінний паралельний режим роботи є найоптимальнішим для проектного цеху, оскільки це дозволить раціонально використовувати устаткування та виробничі площі цеху[2].

В табл. 2.1 зображено графік режиму роботи ливарного цеху

Операції	Зміна
Виготовлення та збирання форм	1 та 3
Плавлення сплаву та заливання	1 та 3
Вибивання та обрубкування	1 та 3
Профілактичний огляд та прибирання цеху	2

Вибравши режим роботи цеху, перед початком проектування технологічного відділення ливарного цеху визначаємо устаткування, кількість робітників та фонди часу роботи, обираємо три категорії часу роботи [2]:

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕЖИМИ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ		
Розроб.		Шевчук Д.Ю.					
Перевір.		Фесенко М.А.					
Реценз.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.		.					
					Літ.	Арк.	Акрушів
						24	3
					НТУУ «КПІ», І. Сікорського ІФФ, ФЛ-51		

-календарний фонд Φ_k , який визначаємо за наступною формулою [2]:

$$\Phi_k = P \cdot D, \quad (2.1)$$

де Φ_k – календарний фонд часу, год;

P – кількість днів у році, днів;

D – кількість годин на добу, год.

$$\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год}$$

– номінальний фонд Φ_n — час, протягом якого можна виконувати роботу за впровадженням режимом без урахування неминучих втрат [2]:

$$\Phi_n = C \cdot \Gamma, \quad (2.2)$$

де Φ_n – номінальний фонд часу, год;

C – кількість днів у році, з урахуванням святкових та вихідних днів;

Γ – кількість годин в залежності від кількості змін роботи,

1 зміна – 8 годин;

Враховуючи вихідні та святкові дні, передбачені чиним законодавством, беремо за основу 250 робочих днів на рік.

При двозмінному режимі роботи номінальний фонд роботи устаткування становитиме [2]:

$$\Phi_n = 250 \cdot 8 \cdot 2 = 4000 \text{ год.}$$

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

– дійсний Φ_d — розраховується як різниця між номінальним фондом часу і неминучими втратами робочого часу. Φ_d знаходимо за формулою [2]:

$$\Phi_d = \Phi_n - B, \quad (2.3)$$

де Φ_d – дійсний фонд, год;

Φ_n – номінальний фонд часу, год;

B – витрати часу на виробництво та непередбачені втрати, год.

За умови 40-годинного робочого тижня і 4-х тижневої відпустки дійсний фонд часу для робітників становить [2]:

$$\Phi_d = 2000 - (4 \cdot 40) = 1840 \text{ год.}$$

Дані щодо режиму роботи цеху і фондів часу наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Режим роботи цеху та фондів часу

Індекс	Найменування відділення, устаткування	Кількість робочих змін	Дійсний річний фонд часу, год	
			устаткування	Робітників
1	2	3	4	5
1	Плавильне відділення, ДСП – 3	2	3520	1840
2	Формувальне відділення Автоматична лінія ИЛ 225	2	3680	1840
3	Стрижневе відділення 28/Б-Б	2	3600	1840
4	Сумішоприготквальне відділення М 15104	2	3720	1840
5	Відділення фінішних операцій Дробометний барабан 42233	2	3600	1840
7	Термічне відділення Термічна піч 314 М	3	5520	1840
8	Допоміжні відділення	2	3600	1840

3 ПРОЕКТУВАННЯ СУМІШЕПРИГОТУВАЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ

3.1 Визначення кількості стрижневих формувальних сумішей та їх рецептури

Основними складовими при виготовленні виливка в разових піщано-глинястих формах являються стрижневі та формувальні суміші, які розділяються на наповнювані та облицювальні та єдині.

Найвища продуктивність формувального устаткування і висока точність відбитка моделі забезпечується при використанні сирих піщано-глинястих сумішей (ПГС).

Основними компонентами піщано-глинястих сумішей є оборотна суміш, свіжий кварцовий пісок і головний зв'язувальний компонент, які забезпечують порівняно низьку собівартість формувальних сумішей.

Стрижневі суміші використовуються у важчих умовах, ніж формувальні, у зв'язку з тим, що вся робоча поверхня стрижня контактує з рідким металом, піддаючись при цьому дії високих температур і тиску.

За середніми нормами на одну тонну литва можна визначити витрати формувальних та стрижневих сумішей. Розраховані значення наведено у табл. 3.1 та 3.2 відповідно [3].

Виготовлення форм виконується піщано-глинясті суміші а для виконання стрижнів беруть піщано-смоляну суміш, яка затвердіє на гарячій оснастці.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОЕКТУВАННЯ СУМІШО- ПРИГОТУВАЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ		
Розроб.		Шевчун Д.Ю.					
Перевір.		Фесенко М.А.					
Реценз.		.					
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.		.					
					Літ.	Арк.	Акрушів
						27	1
					НТУУ «КПІ», І. Сікорського ІФФ, ФЛ-51		

Таблиця 3.1 – Розрахунок витрат формувальної суміші за середніми нормами

Групи виливків за масою, кг	Випуск виливків, т/рік	Витрати на суміш, т		Розрахункові витрати суміші, т/рік
		усієї або єдиної		усієї або єдиної
		на 1 тонну виливків	зарік	
до 20кг	426,2	9,5	4048,9	4656,235
більше 20 кг	2316,74	10,5	24325,77	27974,6
Всього				32630,87

Таблиця 3.2 – Витрати стрижневих сумішей за середніми нормами

Група виливків за масою	Випуск виливкі, т/рік	Витрати суміші за групами стрижнів, кг								Загальні витрати, т/рік	Розраховані витрати , т/рік
		до 16		16...40		40...100		100...1000			
		кг на 1 тонну виливків	т/рік	кг на 1 тонну виливків	т/рік	кг на 1 тонну виливків	т/рік	кг на 1 тонну виливків	т/рік		
до 20 кг	426,2	110	46,9	18	7,8					54,7	60,2
більше 20 кг	2316,7	121	280	97	225	48,5	112,4	59,5	137,9	676,6	744,3
Всього											804,5

Маючи витрати за рік стрижневих та формувальних сумішей та їх складу, обчислюємо затрати компонентів.
Результати обчислень занести в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Склад сумішей і розрахунок витрат на компоненти

Найменування суміші	Витрати суміші, т/рік		Витрати компонентів									
			оборотна суміш		кварцовий пісок		бентоніт		ЛСТ		феноло-спирт	
	розраховані	з урахуванням утрат	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Єдина	32630,9	35894	91	32663,5	7	2513	1,5	538,4	0,5	179,47		
Стрижнева	804,5	884,95			96	849,6					4	35,398
Всього				32664		3362		538,4		179,5		35,4

3.2 Вибір типу змішувача.

При процесі виготовлення піщано-глинястих формувальних сумішей використовують коткові змішувачі з вертикальною віссю обертання котків моделі 15114, котки і плужки є основними робочими органами.

Таблиця 3.4 – Технічна характеристика змішувача періодичної дії з вертикально-обертовими котками моделі 15104

Індекс позиції	Парамкир	Значення
1	Об'єм замісу, м ³ /год	1
2	Внутрішній діаметр чаші, мм	2018
3	Висота чаші, мм	980
4	Діаметр котка, мм	815
5	Частота обертання вертикального вала, хв-1	34
6	Об'єм відсмоктуваного повітря, м ³ /год	6000
7	Габаритні розміри, мм: довжина, ширина , висота	2525 2058 2759

На змішувач встановлюється стаціонарна чаша з парою гладких котків які перетирають і ущільнюють суміш, яка знаходиться в чаші, траєкторія котків являє коло яке обертається навколо вертикального валу, та обертаються навколо власної осі.

За допомогою плужків змішуючий матеріал направляється під котки і розпушується [3].

3.3 Розрахунок кількості устаткування для сумішоприготувального відділення.

Обчислюється необхідна кількість коткових змішувачів [4]:

$$Z_m^2 = \frac{P_{\text{ну}} \cdot K_H}{\Phi \cdot q} \quad (3.1)$$

де $P_{\text{ну}}$ – річна кількість не ущільненої суміші, м^3 ;

K_H – коефіцієнт, нерівномірності видавання суміші, $K_H = 2 \dots 3$;

Φ_d – дійсний фонд часу сумішоприготувального відділення, год;

q – продуктивність змішувача, $\text{м}^3/\text{год}$.

Вставляємо необхідні значення в формулу 3.1.

$$Z_m = \frac{32630,8 \cdot 2,5}{3680 \cdot 6} = 3,69 \text{ шт.}$$

Прийmemo чотири змішувачі М 15104.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Кількість коткових змішувачів та іншого устаткування приведено в таблиці 3.5 і 3.6.

Необхідна кількість змішувачів (середня і максимальна) визначається в залежності від коефіцієнта нерівномірності КН.

Ємність бункерів для формувальних сумішей розраховується із врахуванням забезпечення запасу суміші на 2...4 год роботи формувальних ліній або ділень [4].

В сумішоприготувальному відділенні для регенерації суміші встановлюється охолоджувач оборотної суміші та плоске полігональне сито.

Таблиця 3.5 – Розрахунок кількості змішувачів

Суміш			Змішувач						
найменування	витрати т/год		тип	продуктивність, м ³ /год	кількість			Коефіцієнт завантаження, Кн	
	розраховані	максимальні			середня	максимальна	прийнята	середній	Максимальний
формувальна	15,8	17,4	15104	12	3,3	3,8	3	0,80	0,85

Таблиця 3.6 – Розрахунок устаткування сумішоприготувального відділення

Найменування операції	Витрати т/год		Устаткування					
	розраховані	максимальні	найменування	тип	розраховані	Кількість		коефіцієнт завантаження, Кн
						розраховані	прийняті	
Подрібнення та просіювання оборотної суміші	14	15,4	сито плоске вібраційне	13315	13	1,7	2	0,8
Охолодження оборотної суміші	14	15,4	охолоджвач	16413	0,7	0,7	1	0,7
Подрібнення	14	15,4	валкова дробарка	14495	14	1,8	2	0,9

3.4 Обчислення енергетичних втрат

Енергетичні витрати сумішоприготувального відділення включають в себе витрати на воду та електроенергію.

Витрати йдуть на технологічні потреби, силові установки, слабо струменеві системи та освітлення у сумішоприготувальному відділенні ливарного цеху обумовлюється використанням електроенергії.

Витрати на виробництво електроенергії складаються з [4]:

$$W=(W_T + W_C + W_O) \cdot k, \quad (3.2)$$

де W – загальні витражи електроенергії, кВт·год;

W_T – річні витрати електроенергії на технологічні потреби, кВт·год;

W_C – річні витрати електроенергії на електроприводи силового устаткування, кВт·год;

W_O – річні витрати електроенергії на освітлення, кВт·год;

k – коефіцієнт утрат електроенергії в мережі ($k = 1,05$).

Варто зазначити, що показниками річних витрат на технологічні потреби у сумішоприготувальному відділенні можна знехтувати [5].

Кількість витрат електроенергії по силових установках варто обчислювати окремо для безперервно, і окремо та устаткування, яке періодичної ді.

Для устаткування, що задіяне в безперервному процесі, витрати електроенергії визначаються за формулою [3]:

$$W_{C.B} = \Sigma P_B \cdot \Phi_D \cdot \eta, \quad (3.3)$$

де $W_{C.B}$ – витрати електроенергії для устаткування, яке працює безперервно, кВт·год;

ΣP_B – сумарна моторна потужність устаткування, кВт;

Φ_D – дійсний фонд часу сумішоприготувального відділення, год;

η – коефіцієнт використання потужності ($\eta = 0,75$).

В формулу 3.3 підставляємо значення :

$$W_{C.B} = 3680 \cdot 30 \cdot 0,75 = 82800 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Для устаткування періодичної дії (кранбалка, зйшувачі), обчислення витрат електроенергії виконується за формулою [3]:

$$W_{C.П} = \Sigma P_{П} \cdot t \cdot n \cdot \eta, \quad (3.4)$$

де $W_{C.B}$ – витрати електроенергії на устаткування,
періодичної дії, кВт·год;

$P_{П}$ – потужність приводу конкретного устаткування, кВт;

t – тривалість робочого циклу конкретного устаткування, год;

n – річна кількість циклів конкретного устаткування, шт.;

η – коефіцієнт використання потужності ($\eta = 0,75$).

Розраховуємо витрати електроенергії для змішувачів і кран-балку, які експлуатуються в сумішоприготувальному відділенні.

$$W_{C.З} = 15 \cdot 0,1 \cdot 20000 \cdot 0,75 = 22500 \text{ кВт}\cdot\text{год.},$$

$$W_{C.K} = 30 \cdot 0,1 \cdot 1000 \cdot 0,75 = 2250 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Для обчислення загальних електроенергетичних витрат беремо суму вище перерахованих витрат на всі типи устаткування:

$$W_C = 82800 + 22500 + 2250 = 107550 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Витрати на освітлюваність електроенергії знаходимо за формулою[3]:

$$W_o = 0,001 \cdot \rho \cdot F \cdot \Phi_o, \quad (3.5)$$

де W_o – витрати електроенергії на освітлення, кВт·год;

ρ – середні витрати електроенергії за 1 год на 1 м² площі, Вт;

F – площа, яка освітлюється, м²;

Φ_o – річна кількість освітлювального навантаження, год.

Підставляємо значення в формулу 3.5:

$$W_o = 0,001 \cdot 15 \cdot 1296 \cdot 2300 = 44712 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Тобто загальні енергетичні витрати на рік складають:

$$W = (107550 + 44712) \cdot 1,05 = 159875 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Роль води в сумішоприготувальному відділенні – виконання технологічних потреб.

Для виготовлення формувальних сумішей витрати води знаходяться за формулою [3]:

$$V_{\text{в.ф.}} = \frac{a \cdot P_{\text{ну}}}{100} \quad (3.6)$$

де $V_{\text{в.ф.}}$ – витрати води для приготування формувальної суміші, м³;

a – частка вологи в суміші ($a = 3,5\%$);

$P_{\text{ну}}$ – річні витрати неущільненої суміші, м³.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Підставляємо значення для обчислення в формулу 3.6:

$$V_{\text{в.ф.}} = \frac{58139,4 \cdot 3,5}{100} = 2034,9 \text{ м}^3$$

3.5 Проектування будівель

Проектований ливарний цех розташований в м. Києві, де температура для опалення у зимовий час становить -20°C , температура для вентиляції у зимовий час становить -6°C , у літній – 20°C . Тривалість опалювального сезону – 150 днів. Максимальна глибина промерзання ґрунту в Київській області 1 м [2].

При проектуванні відділення, необхідно врахувати, що там постійно будуть: змішувачі для сумішей, стрічкові конвеєри та бункери для різних матеріалів, елеватори, магнітний сепаратор і сито полігональне.

По периметру у сумішоприготувальному відділенні мають бути розташовані колони, на які встановлено кран, вони виконуються перерізом 400×600 мм, крок між якими складає 6 м. Розміри відділення мають бути 18×13 метрів, тобто площа його складатиме 234 квадратних метрів. Підлога у відділенні має бути встелена збірними залізобетонними плитами [2].

Будівлі будуть зведені з залізобетонних плит, встановленні вони будуть горизонтально на фундаменті. Товщина внутрішніх стін 380 мм, а тих що піддаються навантаженню 380 мм.

Перегородки окремих діляниць цеху виконуються із склоблоків, а стіни лабораторії дослідження сумішей із цегли. Максимальна глибина закладання фундаменту, виходячи з умов промерзання ґрунту зазначеної території, повинна відповідати наступним параметрам: зовнішні фундаменти – 1,25 м, внутрішні фундаменти – 1 м [2].

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

4 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «КОРОБКА»

4.1 Обґрунтування розробленої технології

4.1.1 Загальна характеристика литої деталі

Деталь «Коробка» являє собою проміжну ланку механізованої лінії певного технологічного процесу.

Деталь «Коробка» повинна мати високі механічні і експлуатаційні властивості, витримувати прикладені статичні навантаження, чинити опір агресивній дії робочого середовища і водночас повинна бути виготовлена з недорогого, недефіцитного, легко оброблюваного (технологічного з механічної точки зору) матеріалу.

Геометрично деталь являє собою корпусне тіло з габаритними розмірами 480x300x280 мм. Конструктивно - відкритий з однієї сторони корпус габаритами 312x172x184 мм та товщиною стінки 16 мм. Зі сторони отвору вздовж зовнішнього контуру виконано фланець шириною 60 мм та висотою 40 мм, в якому рівномірно (з кроком 70 мм) вздовж осьової лінії, яка відступає на 40 мм від внутрішньої поверхні корпусу, виконано 12 отворів діаметром 14 мм. Для з'єднання між собою двох робочих резервуарів, на двох зовнішніх, протилеж-них поверхнях корпусу, вздовж осі, яка знаходиться на відстані 120 мм від зовнішньої поверхні фланця, виконано: з однієї сторони патрубок довжиною 94 мм, діаметром 64 мм та отвором діаметром 40 мм,

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шевчун Д.Ю.			РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ	Літ.	Арк.
Перевір.		Фесенко М.А.					38
Реценз.		.				НТУУ «КПІ», І.Сікорського ІФФ, ФЛ-51	
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.							
						Акрушів	33

котрий закінчується фланцем діаметром 100 мм та висотою 30 мм, в якому виконано шість отворів з різьбою М6; з іншої сторони виконано платик діаметром 72 мм, висотою 9 мм та отвором діаметром 40 мм, в якому просвердлено шість отворів з різьбою М6.

Для транспортування на двох інших зовнішніх поверхнях коробки виконано дві цапфи з діаметром стрижня 30 мм, шириною 20 мм та півсферичним фланцем радіусом 5 мм. Для точної фіксації коробки під час з'єднувальних операцій, на нижній зовнішній поверхні виконано дві Г-подібні напрямівки товщиною 10 мм, відстань між якими 60 мм.

Враховуючи попередньо розглянуті вимоги, для виготовлення деталі «Коробка» в якості матеріалу використано ливарну сталь марки 20Л ГОСТ 977-88, хімічний склад якої та механічні властивості наведено в табл. 4.1, 4.2 відповідно.

Таблиця 4.1 - Масова частка сталі марки 20Л ГОСТ 977-88

Позначення за ГОСТ	Масова частка елементів, %				
	вуглець	марганець	кремній	фосфор	Сірка
				не більше	
20Л	0,17...0,25	0,45...0,90	0,20...0,52	0,050	0,050

Даний сплав, сталь 20Л (ГОСТ 977-88), має низький рівень ливарних властивостей: температура плавлення 1512 до 1521 °С; лінійна усадка від 2,2 до 2,3 %; коефіцієнт рідкотекучості $K_{РТ}=0,9$; коефіцієнт тріщиностійкості $K_{ТС}=1,0$; коефіцієнт схильності до утворення усадкових раковин $K_{УР}=0,9$; коефіцієнт схильності до утворення усадкової пористості $K_{УП}=1,0$; не чуттєвий до утворення флокенів; не схильний до відпускнуї крихкості [6].

Таблиця 4.2 - Механічні властивості сталі марки 20Л ГОСТ 977-88

Інд. поз.	Найменування параметра	Значення не менше
		Нормалізація або нормалізація з відпуском
1	Температура нормалізації, °С	880...900
2	Температура відпуску, °С	630...650
3	Границя текучості σ_T , МПа, не менше	216
4	Тимчасовий опір розриванню σ_B , МПа, не менше.	412
5	Відносне подовження δ , %, не менше.	22
6	Відносне звуження ψ , %, не менше.	35
7	Ударна в'язкість КСУ, кДж/м ² , не менше.	490

Маса деталі 82 кг, вилівка 96,47 кг.

Даний вилівок за відповідальністю відноситься до другої категорії: виливків, які розраховані на міцність і які несуть статичні і динамічні навантаження. Такі виливки контролюють за зовнішнім виглядом, розмірами та масою (вибірково), хімічним складом і механічними властивостями (обов'язково) та піддають спеціальним видам контролю і випробуванням (вибірково) на щільність, відсутність тріщин, герметичність.

За складністю конфігурації вилівок відноситься до четвертої групи — складні виливки відкритої коробчастої форми, за масою вилівок відноситься до дрібних - виливки масою до 100 кг (табл. 1) [7].

Конструкція литої деталі відповідає вимогам ливарної технологічності:

— геометрична форма та матеріал деталі сприяють отриманню необхідної кількості виливків з заданими експлуатаційними властивостями та точною геометрією;

— зовнішня поверхня вилівка не забезпечує безперешкодне вилучення моделі з форми, тому необхідно застосовувати відокремлювані частини або встановлювати зовнішні стрижні;

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

— наявні раціональні форми різних переходів, спряжень, котрі сприяють зниженню внутрішніх напружень: є ребро жорсткості;

— має достатні розміри отворів, котрі дозволяють отримати їх за допомогою стрижнів, виконати обрубні та зачисні операції внутрішніх поверхонь, а також здійснити транспортування виливка.

Забезпечення потрібних експлуатаційних властивостей деталі залежить також від якості виливка, основними показниками якості якого являються відповідність хімічного складу, механічних властивостей та структури металу вимогам нормативно-технічної документації, а також відсутність внутрішніх об'ємних дефектів.

4.1.2 Вибір технологічного процесу виготовлення виливка

Технологічний процес повинен забезпечити виготовлення в необхідній кількості виливків з дотриманням технічних вимог щодо геометричної, розмірної та масової точності, повинен мати високі техніко-економічні показники.

Остаточний вибір технологічного процесу, з числа рівноцінно можливих, здійснюється на основі аналізу основного показника — економічної ефективності (сумарні витрати на одиницю продукції), котрий залежить від групи складності виливка, роду сплаву, маси та габаритних розмірів, характеру виробництва.

Найбільш оптимальним за техніко-економічними показниками є технологічний процес виготовлення виливків у сирих піщаноглинястих формах.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

4.1.3 Обґрунтування положення виливка у формі й вибір площини розніму моделі і форми

При виборі положення виливка під час заливання та площини розніму моделі (форми) керуємося наступними правилами [8], положеннями по ГОСТ3.1125-88:

- найбільш відповідальні робочі частини, плоскі поверхні великої протяжності, місця, які підлягають механічному обробленню, найдоцільніше розміщувати в нижній пів формі в крайньому випадку – вертикально або похило. При вимушеному розміщенні оброблюваних поверхонь у верхній пів формі необхідно забезпечити такі умови, при яких піщані і газові раковини могли б утворюватися тільки в тих частинах виливка, які видаляються при обробленні;
- для виливків, котрі мають внутрішні порожнини, які утворюються за допомогою стрижнів, вибране положення повинно забезпечити можливість контролю розмірів порожнини форми при збиранні, а також надійність кріплення стрижнів;
- виливки з сплавів зі значною усадкою розміщувати в положенні, зручно-му для живлення їх металом верхніми прямими або бічними відвідними надли-вами;
- положення виливка у формі повинно забезпечити зручність підведення металу у форму та повне її заповнення;
- число рознімів повинно бути мінімальним та по можливості горизонтальними (один рознім);
- площа розніму моделі повинна забезпечувати легке видалення моделі, без використання відокремлюваних частин.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Оскільки основна частина виливка має просту геометричну форму (коробчасте тіло), розмістити його вертикально. Перешкодою для здійснення процесу формоутворення є патрубков та цапфи, саме тому половину зовнішньої поверхні патрубка виконати додатковим зовнішнім стрижнем, площину розніму моделі (форми) виконати складною, яка проходить через спільну поверхню фланця та коробки і вісь цапфи. Таке положення зручне для здійснення процесу формування, безперешкодного вилучення моделі з форми.

4.1.4 Усадка металу виливка

Усадка виливка (зміна об'єму та лінійних розмірів) проходить на всіх стадіях формування виливка із рідкого металу.

Вона сприяє утворенню усадкових раковин та поруватості, ливарних напружень, гарячих та холодних тріщин, впливає на вагову точність виливка, його герметичність та щільність. Усадкові процеси, які протікають при формуванні виливка, визначаються хімічним складом металу, температурою його перегрівання над лінією ліквідусу, фазовими переходами в рідкому та твердому станах, наявністю домішок в металі та швидкістю відведення тепла як при кристалізації розплаву, так і при подальшому його охолодженні в формі.

За літературними даними ливарна (утруднена) усадка, сталевих сплавів марки 20Л (ГОСТ 977-88), становить $\gamma = 1,5 \dots 1,6 \%$ [6].

Протидію вільній усадці металу виливка, по периметру, чинить лише вертикальний стрижень. Враховуючи те, що виготовлення форм здійснюється з сирих піщано-глинястих сумішей з вмістом глинястої складової від 6 до 9 %, котрі мають високу податливість, небезпеки виникнення тріщин немає.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

4.1.5 Припуски на механічну обробку виливка

Для забезпечення необхідної шорсткості робочих поверхонь, доведення основних контрольованих розмірів до номінальних, виправлення дефектів форми та розміщення, враховуючи вимоги, які ставляться до виливка та особливості способу лиття, припуски на механічне оброблення відповідно до ГОСТ 26645-85 наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 -Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка по ГОСТ 26645-85

Вихідні дані		
Найменування деталі		Коробка
Маса деталі, кг		82
Габаритні розміри деталі, мм		480x300x280
Матеріал, термооброблення		Сталь 20Л ГОСТ 977-88, нор-ція
Спосіб лиття		Лиття в сирі піщано-глинясті форми
Спосіб формоутворення, твердість форми після ущільнення		Машинне формування
Норми точності виливка за ГОСТ 26645-85		
Клас розмірної точності виливка		12
Ступінь жолоблення виливка		8
Ступінь точності поверхонь		17
Клас точності маси виливка		13
Ряд припусків		9
Номінальні розміри, мм		
280	25	280
Допуски розмірів виливка, мм		
8,0	4,4	8,0
Допуски форми та розміщення елементів виливка, мм		
1,60	0,64	1,60
Загальний допуск елемента виливка, мм		
8,00	5,00	8,00
Вид кінцевого механічного оброблення - чистове		
Загальний припуск на сторону, мм		
297,6	35,4	297,6

Точність виливка становить: 12-8-17-13 відповідно до ГОСТ 26645-85.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4.1.6 Допустимі значення відхилень за розмірами та масою

Точність розмірів та маси виливка залежить від точності виготовлення модельного оснащення, а відповідно і разової піщано-глинястої форми; точності встановлення і фіксації стрижнів та точності центрування півформ під час складання;

величини ливарної усадки металу виливка в різних напрямках; відхилення, які виникають на етапах фінішних операцій та термічного оброблення. Вищезазначені фактори в значній мірі можуть впливати на точність розмірів, змінюючи їх в ту чи іншу сторону, проте величина похибки не повинна виходити за межі загального поля допуску, призначеного на розміри виливка «Кробка», котрий становить від $\pm 2,4$ до $\pm 3,6$ мм за ГОСТ 26645-85.

4.1.7 Конфігурація та розміри стрижнів, стрижневих знаків

Для формування внутрішньої порожнини виливка та частини поверхні патрубку, використовуємо один внутрішній та два зовнішні стрижні. Встановлення й фіксація піщаного стрижня у ливарній формі здійснюється за допомогою спеціальних виступів, які називаються стрижневими знаками. Конфігурація і розміри стрижневих знаків визначаються розмірами виливка і конфігурацією отворів, які оформлюються стрижнями. Вибір стрижневих знаків здійснюється залежно від розмірів стрижня та виливка відповідно до вимог ГОСТ 3212-92.

В нашому випадку для виконання внутрішньої порожнини та частини зовнішньої поверхні застосовуємо вертикальні стрижні.

Розміри знакових частин стрижня вибираємо залежно від довжини стрижня і розміщення його у формі відносно площини розніму.

Формувальні ухили вказані на технологічному кресленику «Коробка» та в табл 4.4.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Таблиця 4.4 - Формувальні ухили та технологічні зазори

Позначення стрижня	Висота, мм	Габарит стрижня (A+B)/2, мм	Висота знака, мм		Зазор (h ₁) S ₁ =S ₂ , мм	Кут α	Кут β
				h ₁			
Ст. №1	189	112	40	80	0,6	10°	8°
Ст. №2	266,5	210	40	--	0,7	10°	--
Ст. №3	99,92	150	--	54	0,6	10°	--

Стрижні та їх знаки зображуємо за масштабом креслення суцільною тонкою синьою лінією (допустимо чорним кольором). Стрижні в розрізі штрихуємо тільки біля контурних ліній, довжина штрихових ліній 3...30 мм.

Також позначаємо стрілками напрям ущільнення стрижнів, місця виведення газів із стрижня позначаючи літерами ВГ (виведення газів) згідно з ГОСТ 3.1125-88. Окрім цього, також показуємо каркас.

4.1.8 Визначення розміщення та кількості виливків

Беручи до уваги габарити 480x300x280 мм та масу 96.47 а також положення ливникової системи то у одній формі буде виготовлятися один виливок [9].

4.1.9 Розрахунок розмірів опок

Опока – пристрій, який слугує для утримання формувальної суміші, надання їй міцності та жорсткості, виконання підйомно-транспортних операцій.

Точність геометрії і розміри виливків, які вимагаються, особливо у масовому та серійному виробництві, здатність крупних форм витримувати без руйнувань та деформацій значні напруження, які виникають при їх виготовленні, не можуть бути забезпечені без якісних, взаємозамінних, міцних за конструкцією опок.

Необхідні розміри опок визначаємо розрахунком, виходячи з розміщення виливків у формі, розміщення ливникової системи та існуючих нормативних відстаней між виливками, й виливками до стінки опоки, необхідного шару суміші над і під виливком [9].

Основна задача при виборі розмірів опок – мінімізувати витрати формувальної суміші.

У даній технології у формі розміщено один виливок, підведення металу здійснено по розніму (показано на технологічному кресленику).

Так як характер виробництва цеху відноситься до серійного, то відстані від виливка до стінок опоки приймаємо у відповідності з табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Відстані від виливка до стінок опоки

Позначення	а	б	в	L _{MIN}	В _к	д
Рекомендовано, мм	20...50	30...60	50...75	50...80	20...30	30...60
Приймаємо, мм	35	45	63	60	25	59

Обчислення довжини опоки:

$$L = n_B \cdot A_1 + 2 \cdot a, \quad (4.1)$$

де n_B - кількість виливків розміщених в одному напрямку, шт.;

A_1 - ширина виливка з урахуванням знакових частин стрижня та виступаючих частин ливникової системи, мм;

a - відстань від виливка до стінки опоки, мм;

Підставляємо відомі значення в формулу (4.1)

$$L=1\cdot300+2\cdot35=440 \text{ мм.}$$

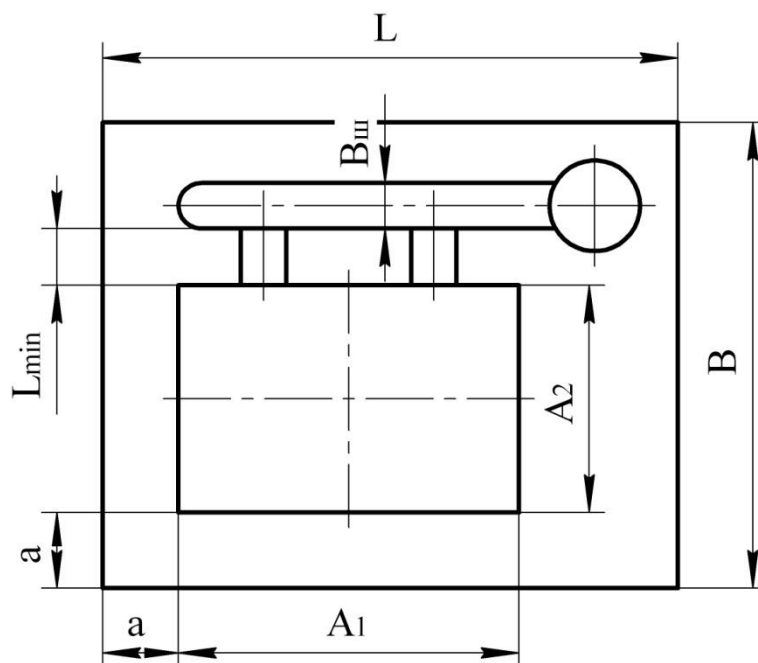


Рисунок 4.1 – Розрахункова схема до визначення розмірів опок

Обчислення довжини опоки:

$$B=n_B\cdot A_2+L_{MIN}+B_{ш}+2\cdot a, \quad (4.2)$$

де n_B - кількість виливків розміщених в одному напрямку, шт.;

A_2 - довжина виливка з урахуванням знакових частин стрижнів та виступаючих частин ливникової системи, мм;

L_{MIN} - довжина живильника, мм;

$B_{ш}$ - ширина колектора, мм;

a - відстань від виливка до стінки опоки, мм;

Підставляємо значення в формулу (4.2)

$$B=1\cdot520+60+25+2\cdot35=675 \text{ мм.}$$

Розрахунок висоти верхньої опоки:

$$H_{BO}=h_B^B+b, \text{ мм} \quad (4.3)$$

де h_B^B – висота виливка у верхній півформі з урахуванням знакових частин стрижня, мм;

b – відстань від контрладу верхньої опоки до верхньої точки виливка, мм;

$$H_{BO}=246+45=291 \text{ мм.}$$

Розрахунок висоти нижньої опоки:

$$H_{HO}=h_B^H+v \quad (4.4)$$

де h_B^H – висота виливка в нижній півформі з урахуванням знакових частин стрижня, мм;

v – відстань від нижньої точки виливка до контрладу нижньої опоки (50...75 мм);

$$H_{HO}=80+63=143 \text{ мм.}$$

Вибираємо опоки розмірами: 800×600×300/200 ГОСТ 15002-69

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

4.1.10 Характеристика вибраних опок

Опока включає в себе: рамку, ребра жорсткості, елементи транспортування, елементи центрування та кріплення.

За конфігурацією розрізняють квадратні, прямокутні та круглі опоки. Крім цього вони можуть бути литі, ті що збираються за допомогою зварювання (зварні), болтів, а також комбіновані.

В даному курсовому проекті використовуємо литі чавунні опоки прямокутної форми з розмірами, вказаними у попередньому пункті.

Центрування опок проводимо за допомогою центрувальних та напрямівних штирів, які розміщені так, як показано на кресленнику «Форма в складеному вигляді».

Скріплення приливів опок проводимо за допомогою скоб відповідного типорозміру з розрахунку їх міцності на розрив. Транспортування опок, а також готових півформ виконуємо за допомогою кранових цапф.

4.1.11 Обґрунтування вибраної конструкції ливникової системи, місця підведення металу та її розрахунок

4.1.11.1 Розрахунок розмірів зливного бічного надливу

Оскільки виливок в нижній частині, відносно площини розніму, має значний тепловий вузол – фланець шириною 60 мм та висотою 40 мм, для запобігання утворенню дефектів усадкового характеру необхідно застосовувати холодильники або надливи. Враховуючи положення вилівка під час заливання, його геометрію та те, що підведення металу буде здійснюватися сифоном - використання холодильників є недоцільним, адже вони прогріються до температури рідкого металу першими його порціями, значно знизивши їх теплоту, які в подальшому повинні потрапити у більш тонку верхню частину форми, відносно площини розніму, що становитиме собою можливість втрати

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

рідко текучості, необхідної для заповнення всього об'єму виливка.

Враховуючи вище сказане, застосовуємо зливні бокові надливи. Проектна кількість надливів даного типу становить чотири штуки, розрахунок геометричних розмірів здійснюємо для надливів максимально віддалених від місця підведення металу (за технологічним креслеником).

Визначення за креслеником, діаметру вписаного кола в термічний вузол: $d_K=40$ мм.

Розрахунок діаметру меншої основи надливу табл. [10]:

$$\frac{d_H}{d_K}=1,8\dots2,5 \text{ при } d_K \leq 50 \text{ мм}, \quad (4.5)$$

$$d_H=1,8 \cdot 40=72 \text{ мм.}$$

Розрахунок діаметру з'єднувальної шийки [10]:

$$d_{Ш}=(1,3\dots1,7) \cdot d_K,$$

Розрахунок діаметру з'єднувальної шийки [10]:

$$d_{Ш}=(1,3\dots1,7) \cdot d_K, \quad (4.6)$$

$$d_{Ш}=1,5 \cdot 40=60 \text{ мм.}$$

Розрахунок діаметру більшої основи надливу [10]:

$$D_H=(1,8\dots2,5) \cdot d_K, \quad (4.7)$$

$$D_H=2,5 \cdot 40=100 \text{ мм.}$$

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Розрахунок висоти надливу табл. 3.6 [10]:

$$\frac{h_H}{D_H} = 1,8 \dots 1,2 \text{ при } d_K \leq 50 \text{ мм}, \quad (4.8)$$

$$h_H = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ мм.}$$

Розрахунок кількості надливів даного типу [10]:

$$n = \frac{L}{(0,8 \dots 1,2) \cdot d_K + D_H}, \quad (4.9)$$

де L - довжина вузла, який підживлюється, мм;

$$n = \frac{1074}{1,2 \cdot 40 + 100} = 7 \text{ шт.}$$

Враховуючи місце підведення рідкого металу, геометрію надливу та самого термічного вузла (в розгортці - брусок), для збільшення технологічного виходу придатного встановлюємо лише чотири надливи, що також забезпечить необхідне підживлення виливка за даних розмірів надливу.

4.1.11.2 Розрахунок розмірів зовнішнього холодильника

Оскільки виливок має ще один тепловий вузол - фланець, навколо патрубку, діаметром 100 мм та висотою 30 мм, для запобігання утворенню дефектів усадкового характеру застосовуємо зовнішній холодильник.

Розрахунок товщини холодильника [11]:

$$\delta_X = (0,5 \dots 0,8) \cdot d_K, \quad (4.10)$$

де d_K - діаметр кола вписаного в термічний вузол, мм; $\delta_X = 0,65 \cdot 30 \approx 20$ мм.

Контур холодильника виступає від 25 до 30 мм за контур площини, яка охолоджується.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

4.1.11.3 Обчислення площі елементів ливникової системи

Розрахунок ливникової системи починають з визначення площі самого вузького перетину - перетину живильників, а потім за прийнятими співвідношеннями визначають площі перетину шлаковловлювача та стояка.

В теперішній час існує багато розроблених різними авторами методів розрахунку ливникових систем для сталевих виливків, які засновані на законах гідравліки.

Розрахунок загальної площі вузького перерізу (живильника) ливникової системи за формулою Озанна-Дітерта, що являє собою спрощене вираження рівняння Бернуллі:

$$\sum F_{\text{ж}} = \frac{G_{\text{в}}}{\mu \cdot \tau_3 \cdot 0,31 \cdot \sqrt{H_{\text{р}}}}, \quad (4.11)$$

де $G_{\text{в}}$ - маса металу виливка, кг;

τ_3 - час заповнення форми металом

μ - коефіцієнт опору руху металу в каналах ливникової системи для сталі, що заливається в сиру форму з середнім опором руху становить $\mu=0,45$;

Час заповнення форми металом розраховуємо за формулою:

$$\tau_3 = S \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot G}, \quad (4.12)$$

де S - коефіцієнт часу (для сифонної ливникової системи лежить в межах 1,2 ... 1,3), приймаємо рівним: $S=1,3$;

δ - переважна товщина стінки виливка, мм;

G - маса металу, необхідна для отримання виливка з ливниковою системою:

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$G=G_B+0,1\cdot G_B+G_H, \quad (4.13)$$

де G_B - маса металу вилівка, кг;

G_H - маса надливів, кг;

Підставивши відомі значення в формулу (4.13) отримуємо:

$$G=1,1\cdot 82+0,3\cdot 1,1\cdot 82+30=147 \text{ кг};$$

Підставляємо одержане значення в формулу

$$\tau_3=1,3\cdot \sqrt[3]{16\cdot 147}\approx 17 \text{ с};$$

Розрахунковий металостатичний напір (для нижнього підведення металу
рис. 4.2.

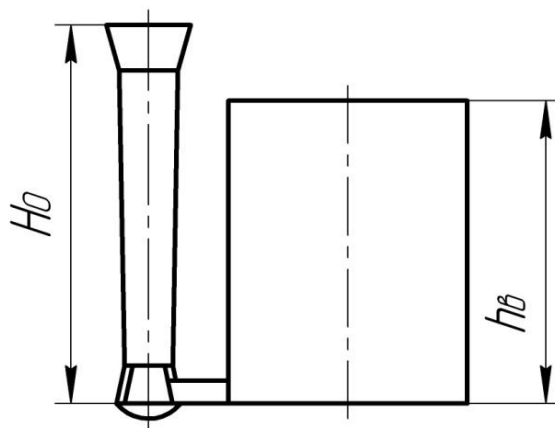


Рисунок 4.2 - Розрахункова схема ливникової системи

Металостатичний напір знаходимо за наступною формулою:

$$H_p=H_0-\frac{h_B}{2}, \quad (4.14)$$

де H_p - розрахунковий металостатичний напір;

H_0 - відстань від горизонтальної площини, яка проходить через ливникову воронку, до місця підведення металу в порожнину форми, см;

h_B - висота вилівка під час заливання, см.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Підставляємо отримані значення в формулу (4.14):

$$H_p = 30 - \frac{24}{2} = 18 \text{ см.}$$

Підставляємо отримані дані у формулу (4.11) для розрахунку сумарної площі живильників:

$$\Sigma F_{\text{ж}} = \frac{90}{0,45 \cdot 17 \cdot 0,31 \cdot \sqrt{18}} = 9,0 \text{ см}^2.$$

Перевірка умови забезпечення оптимальної швидкості заповнення форми металом:

$$10 \leq [V_{\text{оп}}] \leq 16;$$

де $[V_{\text{оп}}]$ - оптимальна швидкість заповнення, знайдена за формулою:

$$[V_{\text{оп}}] = \frac{h_B}{\tau_3},$$

де h_B - висота виливка в положенні при заливанні металу, мм;

τ_3 - час заповнення форми металом, с;

$$[V_{\text{оп}}] = \frac{240}{17} \approx 14 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.$$

4.1.12 Розрахунок співвідношення між площами перетинів елементів ливни-кової системи:

$$\Sigma F_{\text{СТ}} : \Sigma F_{\text{ШЛ}} : \Sigma F_{\text{Ж}} = 1,3 : 1,1 : 1,0 \quad (4.15)$$

де $F_{\text{СТ}}$ - площа стояка, см^2 ;

$F_{\text{ШЛ}}$ - площа шлаковловлювача, см^2 ;

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спів відношення площі елементів ливникової системи 12,0:10,0:9,0 см².

Розрахунок лінійних розмірів елементів ливникової системи

$$F_{\text{ж}} = \frac{\sum F_{\text{ж}}}{n}, \quad (4.16)$$

де $\sum F_{\text{ж}}$ - сумарна площа живильників, см²;

n - кількість живильників на виливок, шт.;

$$F_{\text{ж}} = \frac{9,0}{2} = 4,5 \text{ см}^2.$$

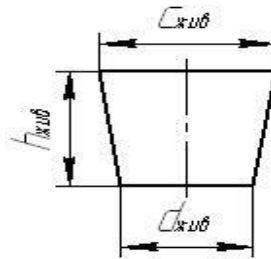


Рисунок 4.3 - Схематичне зображення поперечного перерізу живильника

Висоту живильника $h_{\text{ж}}$, приймаємо рівною:

$$h_{\text{ж}} = 2,3 \text{ см};$$

$$d_{\text{ж}} = \frac{2 \cdot F_{\text{ж}}}{2,3 \cdot h_{\text{ж}}},$$

$$d_{\text{ж}} = \frac{2 \cdot 4,5}{2,3 \cdot 2,3} = 1,7 \text{ см};$$

$$c_{\text{ж}} = 1,3 \cdot d_{\text{ж}}, \quad (4.17)$$

$$c_{\text{ж}} = 1,3 \cdot 1,7 = 2,2 \text{ см}.$$

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Розрахунок геометричних розмірів поперечного перерізу шлаковловлювача:

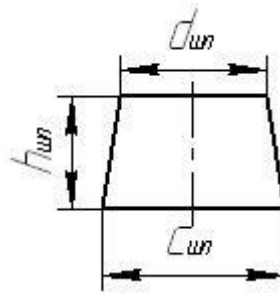


Рисунок 4.4 - Схематичне зображення перерізу шлаковловлювача

Оскільки живильник і шлаковловлювач знаходяться у різних півформах, то розрахунок висоти шлаковловлювача здійснюємо за наступною формулою:

$$h_{\text{шл}} = 1,1 \cdot h_{\text{ж}}, \quad (4.18)$$

$$h_{\text{шл}} = 1,1 \cdot 2,3 = 2,5 \text{ см};$$

$$F_{\text{шл}} = \frac{\sum F_{\text{шл}}}{n}, \quad (4.19)$$

де $\sum F_{\text{шл}}$ - сумарна площа шлаковловлювача, см^2 ;

n - кількість шлаковловлювачів, шт;

$$F_{\text{шл}} = \frac{10,0}{2} = 5,0 \text{ см}^2.$$

$$d_{\text{шл}} = \frac{2 \cdot F_{\text{шл}}}{2,2 \cdot h_{\text{шл}}}, \quad (4.20)$$

$$d_{\text{шл}} = \frac{2 \cdot 5,0}{2,2 \cdot 2,5} = 1,8 \text{ см};$$

$$c_{\text{шл}} = 1,2 \cdot d_{\text{шл}}, \quad (4.21)$$

$$c_{\text{шл}} = 1,2 \cdot 1,8 = 2,2 \text{ см}.$$

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Розрахунок діаметру стояка:

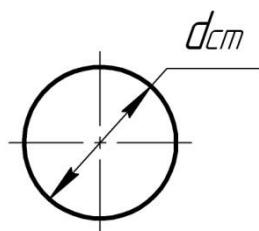


Рисунок 4.5-Схематичне зображення поперечного перерізу стояка

$$d_{CT} = \sqrt{\frac{4 \cdot \sum F_{CT}}{\pi}}, \quad (4.22)$$

де $\sum F_{CT}$ - сумарна площа стояка, см^2 ;

$$d_{CT} = \sqrt{\frac{4 \cdot 12,0}{\pi}} = 4,0 \text{ см.}$$

4.1.13 Характеристика модельного комплекту

Враховуючи запланований об'єм виробництва (в подальшому багато-серійне за кооперацією) та те, що виливок відноситься до відповідального литва, до якого ставляться високі вимоги щодо геометричної та розмірної точності, виготовлення елементів модельного комплекту здійснюємо з алюмінієвого сплаву марки АК12 ГОСТ 1583-93, за 6 класом точності ГОСТ 3212-92.

Дане рішення забезпечує отримання моделі високої точності з гладкою поверхнею, високої зносостійкості та корозійної стійкості.

До складу модельного комплекту входить:

- модель виливка (складається з двох окремих частин) - 1 шт.;
- модель надливу - 4 шт.;
- модель ливникової системи - 2 шт.;
- стрижневий ящик №1, №2 та №3-по 1 шт.;

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Оскільки модель має площину розніму, для зменшення маси модельного комплекту та економії матеріалу, модель виконуємо порожнистою з товщиною стінки 10 мм ГОСТ 21079-75. Для надання моделі жорсткості у порожнині виконуємо відповідні ребра товщиною 8 мм на всю висоту ГОСТ 21079-75. Формувальні ухили на вертикальних поверхнях моделі і стрижневих ящиків призначаємо у відповідності з табл. 2 ГОСТ 3212-92. Усі переходи між поверхнями, які перетинаються, виконуємо плавними, з радіусом галтелей від 5 до 8 мм, галтелі стрижневих ящиків від 4 до 5 мм.

Стрижневі знаки моделі виконуємо у відповідності з розмірами, вказаними в табл. 1.4 з дотриманням вимог ГОСТ 3212-92.

Готову модель фарбуємо у відповідності до ГОСТ 3212-92.

Кріплення моделі на модельній плиті здійснюємо 8-ма болтами М8, центрування моделі на модельній плиті здійснюємо за допомогою 3-х штифтів.

4.2 Вибір стрижневих та формувальних сумішей

4.2.1 Обґрунтування вибору рецептур формувальної та стрижневої сумішей

Як відомо, формування виливка відбувається під час затвердіння металу в ливарній формі. При цьому розплав взаємодіє з поверхнею форми у ній проходять складні механічні і фізико-хімічні процеси, що впливають на якість виливків впливають на якість виливків.

Враховуючі вимоги, які ставляться до геометричної та розмірної точності виливка, масу (96,47 кг), групу складності, серійність виробництва для виготовлення форм застосовуємо сиру піщано-глинясту суміш.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Дана формувальна суміш, використовується в сучасних технологічних процесах. Вона володіє комплексом наступних властивостей: міцністю, газопроникністю, вогнетривкістю, довговічністю і т. д., забезпечує високу якість виливків та задану продуктивність лінії. Особливістю даної суміші являється мінімальний вміст (до 3 %) високоякісних бентонітів. Такі суміші при мінімальному вмісті води (від 3,0 до 3,8 %) мають наступні переваги:

- підвищену чистоту поверхні виливків;
- знижений вміст бентоніту, необхідного для отримання заданої міцності суміші, в 2...2,5 рази у порівнянні з вмістом каолінової глини, що призводить до збільшення газопроникності, вогнетривкості, зменшення можливості утворення пригару:
- полегшену вибиваємість виливків з форм;
- підвищену текучість та піддатливість.

Для виготовлення стрижнів використовуємо пластичну самотверднучу суміш на основі синтетичної смоли КФ-90, склад якої наведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Склад та властивості формувальної суміші

Склад суміші, мас.%					Властивості	
оборотна суміш	кварцовий пісок		глина	газопроникність, од	міцність при стиску, МПа	вологість, %
	кількість	зернова група				
90...94	4...6	016...020	1...2	40...80	0,03...0,05	4...5

Таблиця 4.7 – Склад та властивості стрижневої суміші

Склад ХТС, мас.			Властивості			
кварцовий пісок 1К2О202	фуранова смола JF101A	латалізатор HQG1	живучість, хв.	міцність при розриві через 1 год., МПа	міцність при розриві через 24год., МПа	час твердіння, хв.
97,50... 98,56	1,2...2,0	0,24...0,5	2,5...3,5	0,2	0,15...0,35	7...10

4.2.2 характеристика складових сумішей

Для формувальних та стрижневих суміше наповнювачем є кварцовий пісок, його ми обираємо за ГОСТ 2138-91.

Властивості кварцового піску приведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8. – Характеристика формувального піску

Марка піску	Масова частка компонентів, %			
	Глиниста складова	SiO ₂	Коефіцієнт неоднорідності	Середній розмір зерна, мм
2К ₁ О ₃ 02	0,2...0,5	98	60...70	0,19...0,23

В'яжучим компонентом для суміші є бентонітова глина марки М1Т.

Таблиця 4.9 – Характеристика бентонітової глини

Марка глини	Міцність при розриванні, кПа	Міцність при стиску, кПа
M1T ₁	2,8	88,3

4.2.3 Процес виготовлення суміші

Приготування формувальної суміші здійснюється в змішувачах з вертикально обертовими котками моделі 15114 в наступній послідовності: з витратних бункерів у змішувач подаються порції сипких матеріалів в кількості, яка визначена табл. 5.1; після чого відкривається кран подачі води і відміряється необхідна їй порція; процес перемішування матеріалів триває від 4 до 8 хв.; після чого відбирається порція формувальної суміш для проведення швидкого експрес-аналізу; в разі отримання задовільних результатів аналізу, дається команда на розвантаження готової формувальної суміші, яка за допомогою стрічкових конвеєрів транспортується до витратних бункерів встановлених над формувальними блоками, якщо ж результати експрес-аналізу незадовільні, здійснюються додаткові операції, які полягають в додаванні необхідної порції матеріалу, що відповідає за значення параметра, який не потрапив в межі норм; після чого технологічний цикл повторюється.

4.3 Процес виготовлення форм

4.3.1 Порядок операцій при формуванні

Виливок «Коробка» відноситься до середнього литва. У даному випадку наш виливок відноситься до великого литва. Форма виготовляється на пневматичній формувальній машині з застосуванням форму-вальних сумішей по сирому.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

При даному способі формування ущільнення суміші відбувається за рахунок того, що при пресуванні верхні шари суміші ущільнюються за рахунок дії на неї пресового поршня. Підмодельна плита не вимагає присутності спеціальних отворів для виходу повітря - вентів.

Цей вид формування є екологічно чистим, але має великі показники витрати та тиску повітря.

Отже порядок операцій формування буде наступним:

- на перфоровану плиту формувальної машини встановлюємо та закріплюємо модельну плиту з моделями;
- встановлюємо опоку, centruємо та фіксуємо відносно модельної плити;
- проводимо покриття поверхні моделі та площини рознімання розділовим покриттям;
- затискаємо опоку з модельною плитою та наповнювальною рамкою між перфорованою плитою та розсікачем;
- відкриваємо жалюзі бункера та заповнюємо опоку формувальною сумішшю;
- вмикаємо режим пресування, відбувається ущільнення суміші;
- вмикаємо поворотний механізм, відбувається поворот стола з готовою півформою;
- надлишок суміші зрізуємо;
- виконуємо вентиляційні канали - висвердлюванням;
- вмикаємо механізм витяжки моделі;
- готова півформа кантується та зіштовхується на конвеєр;
- паралельно на іншій формувальній машині виконується інша півформа;
- виконуються ремонтні роботи відбитка вилівка.

Стрижні виготовляємо на напівавтоматичних піскодувних стрижневих машинах моделі 15101. Процес виготовлення включає наступні операції.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

4.3.2 Технологія виготовлення стрижнів

Для повного відтворення внутрішньої та зовнішньої конфігурації виливка застосовуємо три стрижні, який відноситься до стрижнів середньої складності по конфігурації.

Стрижневий ящик виконуємо з алюмінієвого сплаву. Типи ящика, роз'ємний (з горизонтальним роз'ємом), за допомогою якого виготовляємо один стрижень.

- очищення поверхні стрижневого ящика від залишків суміші попереднього заформування;
 - нанесення на поверхню стрижня розділового покриття;
 - збирання стрижневого ящика з встановленням гнучого дротяного каркасу;
 - встановлення стрижневого ящика на робочий стіл стрижневої машини;
 - заповнення стрижневого ящика;
 - витримування стрижня у ящику (10...15 хв.);
 - вилучення стрижня з ящика та встановлення його на стрижневу плиту;
 - встановлення стрижня на привідний рольганг камери фарбування.
- Після чого цикл повторюється.

4.3.3 Методи попередження утворення пригару з боку форми та стрижнів

Пригаром називають дефект у вигляді важковідокремлюваного слою на поверхні виливка, утвореного внаслідок фізико-хімічної взаємодії форми або стрижня з розплавом та його оксидами. Уникнути або значно зменшити утворення пригару можна шляхом створення відновлювальної атмосфери в порожнині ливарної форми і на межі «метал-форма» при заповненні її розплавом до моменту утворення на поверхні виливка твердої кірочки затверділого сплаву.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Враховуючи те, що вилівок сталевий, для зменшення пригару з боку форми в суміш вводимо 2...5 % пиловидного кварцу ($>94,5\% \text{ SiO}_2$). Пиловидний кварц зменшує пористість, цирконовий пісок збільшує вогнетривкість суміші.

Для попередження утворення пригару з боку стрижня використовуємо самовисихаючу фарбу наступного складу табл. 4.10

Даний тип фарб має органічні розчинники, що швидко випаровуються для возгонки яких нема необхідності використовувати сушіння.

Таблиця 4.10 - Склад самовисихаючої протипригарної фарби

Інд. поз.	Найменування параметра	Значення
1	Призначення фарби	Сталеве литво
2	Вміст наповнювача (циркон), % мас.	60
3	Вміст зв'язуючого (полівінілбутираль), % мас.	2,5
4	Вміст розчинника (етиловий спирт), % мас.	37,5
5	Щільність, 10^3 кг/м^3	1,75...1,85

4.3.4 Складання форми

Складання форми відбувається на ливарному конвеєрі, до технологічних операцій збирання форми відноситься:

1. Встановлення нижньої пів-форми у горизонтальне положення, внутрішню поверхню пів-форми продуваємо стиснутим повітрям з метою її очищення;

2. Стрижні ретельно підготовляють до проставляння в форму, їх недоліки такі як тріщини та отвори які не призначені для виходу газів заповнюються стрижневою сумішшю, затираються і на весь стрижень наноситься фарба.

3. Проводиться проставляння, складання стрижнів, та холодильників у відповідні їм місця у пів-формах.

4. На нижню пів-форму встановлюємо верхню і проводимо їх центрування за допомогою центрувальних штирів.

5. 33Встановлення нижньої пів-форми у горизонтальне положення, внутрішню поверхню пів-форми продуваємо стиснутим повітрям з метою її очищення;

6. Стрижні ретельно підготовляють до проставляння в форму, їх недоліки такі як тріщини та отвори які не призначені для виходу газів заповнюються стрижневою сумішшю, затираються і на весь стрижень наноситься фарба.

7. Проводиться проставляння, складання стрижнів, та холодильників у відповідні їм місця у пів-формах.

8. На нижню пів-форму встановлюємо верхню і проводимо їх центрування за допомогою центрувальних штирів.

4.3.5 Розрахунок піднімальної сили розплаву

Загальну піднімальну силу металу, яка діє на верхню півформу, розраховуємо за наступною формулою:

$$P_{\Sigma} = k \cdot P_{\text{ВПФ}} + P_{\text{СТ}} + P_{\text{ЛС}} - (G_{\text{ВПФ}} + G_{\text{СТ}}), \quad (4.23)$$

де k - коефіцієнт, який враховує гідравлічний удар у момент закінчення заливання: $k=1,4$;

$P_{\text{ВПФ}}$ - сила тиску рідкого металу на верхню півформу в порожнині ливарної форми, Н;

$G_{\text{ВПФ}}$ - вага верхньої півформи, Н;

$P_{\text{СТ}}$ - Архімедова сила, яка діє на i -й стрижень, Н;

$G_{\text{СТ}}$ - вага i -го стрижня, Н;

$P_{\text{ЛС}}$ - сила тиску на верхню півформу в ливниковій системі, Н.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Складові формули розраховуємо за наступною методикою:

$$P_{ВПФ} = V_{ТТ} \cdot n_B \cdot \rho_M \cdot g, \quad (4.24)$$

де $V_{ТТ}$ - об'єм тіла тиску, м^3 ;

ρ_M - щільність рідкого металу, $\text{кг}/\text{м}^3$;

n_B - кількість виливків у формі;

$g=9,81 \text{ м}/\text{с}^2$ - прискорення земного тяжіння;

$$V_{ТТ} = V_1 - V_2, \quad (4.25)$$

де V_1 - об'єм частини верхньої пів-форми, обмежений горизонтальною площиною котра проходить через контр лад верхньої опоки та горизонтальною площиною яка проходить через лад опоки (контури площін відповідають контурам горизонтальної проекції бічної поверхні виливка), розрахунок чиселних значень здійснено за допомогою сервісної служби графічної CAD-системи;

V_2 - об'єм частини верхньої пів-форми обмежений зовнішньою поверхнею виливка (розміщений у верхній пів-формі) та горизонтальною площиною яка проходить через лад опоки (контури площини відповідають контурам горизонтальної проекції бічної поверхні виливка), розрахунок чисельних значень здійснено за допомогою сервісної служби графічної CAD-системи

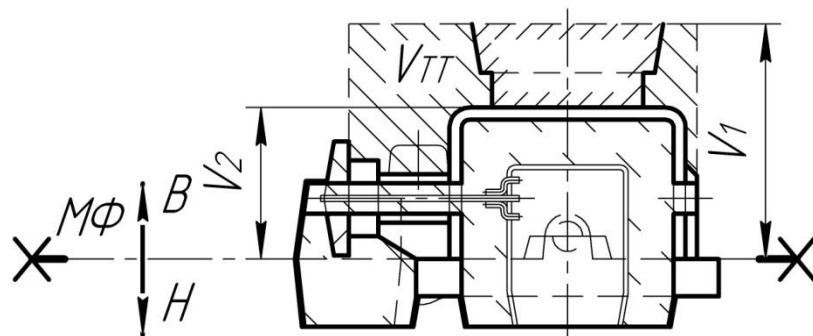


Рисунок 4.6 - Принципова схема до розрахунку об'єму тіла тиску

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

$$V_{\text{ТТ}}=0,030-0,017=0,013 \text{ м}^3.$$

$$P_{\text{ВПФ}}=0,013 \cdot 1 \cdot 7200 \cdot 9,81=918 \text{ Н.}$$

Розраховуємо вагу верхньої півформи:

$$G_{\text{ВПФ}}=(M_{\text{ОП}}+M_{\text{СУМ}}) \cdot g, \quad (4.26)$$

де $M_{\text{ОП}}$ - маса верхньої опоки, кг;

$M_{\text{СУМ}}$ - маса суміші у верхній півформі:

$$M_{\text{СУМ}}=(S_{\text{ОП}} \cdot h_{\text{ОП}} - V_{\text{В}} \cdot n_{\text{В}}) \cdot \rho_{\text{СУМ}}, \quad (4.27)$$

де $S_{\text{ОП}}$ - площа верхньої опоки, м^2 ;

$V_{\text{В}}$ - частина об'єму виливка, що знаходиться у верхній півформі, м^3 ;

$n_{\text{В}}$ - кількість виливків у формі;

$\rho_{\text{СУМ}}$ - щільність формувальної суміші, $\text{кг}/\text{м}^3$.

$$M_{\text{СУМ}}=(0,48 \cdot 0,3 - 0,017 \cdot 1) \cdot 1600=203 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{ВПФ}}=(129+203) \cdot 9,81=3257 \text{ Н.}$$

Розраховуємо піднімальну силу, що діє на стрижні:

$$P_{\text{СТ}}=n \cdot (V_{\text{СТ}}^{\text{А}} \cdot \rho_{\text{М}} \cdot g - V_{\text{СТ}} \cdot \rho_{\text{СУМ}} \cdot g), \quad (4.28)$$

де n - кількість однакових стрижнів, шт.;

$V_{\text{СТ}}^{\text{А}}$ - об'єм стрижня який знаходиться під дією піднімальної сили, м^3 ;

$\rho_{\text{М}}$ - щільність рідкого металу, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$V_{\text{СТ}}$ - загальний об'єм стрижня, м^3 ;

$\rho_{\text{СУМ}}$ - щільність стрижневої суміші, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$g=9,81 \text{ м}/\text{с}^2$ - прискорення земного тяжіння;

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$G_{\text{ВПФ}}=(129+203)\cdot 9,81=3257 \text{ Н.}$$

$$P_{\text{СТ}}=1\cdot(0,00019\cdot 7200\cdot 9,81-0,0063\cdot 1700\cdot 9,81)=-92 \text{ Н.}$$

Розраховуємо піднімальну силу яка діє в ливниковій системі:

$$P_{\text{ЛС}}=S_{\text{ЛС}}\cdot H_0\cdot \rho_{\text{М}}\cdot g, \quad (4.29)$$

де $S_{\text{ЛС}}$ - площа горизонтальної проекції ливникової системи, м^2 ;

H_0 - металостатичний напір, м;

$$P_{\text{ЛС}}=0,012\cdot 0,3\cdot 7200\cdot 9,81=254 \text{ Н.}$$

Загальна піднімальна сила становить:

$$P_{\Sigma}=1,4\cdot 918-92+254 -3257-105=-1915 \text{ Н.}$$

Навантаження верхньої півформи непотрібне.

4.4 Технологічний процес заливки форми

Для заливання форм використовуємо механізований стопорний ківш металомісткістю 1000 кг. Температура заливання для сталі 20Л складає 1580...1600 °С.

Після цього виливок охолоджується та твердіє, температура вибивання виливків зі сталі 20Л становить 400...500°С.

4.5 Вибір технології фінішних операцій та вибивання форм

4.5.1 Вилучення виливка з форми та стрижнів з виливка

Процес вилучення виливка з форми виконується на інерційній решітці, технічні характеристики решітки наведено в таблиці 4.11

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Таблиця 4.11 – Технічні характеристики інерційної вибивної решітки

Модель	31212
Вантажопідйомність, т	1,6
Розміри стола, мм	1600 × 1250
Потужність двигуна, кВт	4,4
Маса, кг	2400

Для вилучення стрижнів з вилива необхідно виконати термічну регенерацію суміші, після цього стрижні видаляються на галтувальному барабані періодичної дії.

Очищення і вибивання проводиться при обертанні барабану в результаті тертя барабану і спів ударяння виливків, технічні характеристики барабану наведені в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 – Технічні характеристики галтувального очисного барабана

Модель	ОБ-800
Об'єм навантаження, м ³	0,5
Продуктивність, т/год	3
Діаметр барабана, м	0,8
Довжина робочої частини, м	1,25
Потужність електродвигуна, кВт	7,0

4.5.2 Дефекти які можуть утворитис процесі виготовлення виливка.

Характер дефекту, причини утворення та заходи, що до попередження дефекту наведені в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 – Характерні види дефектів

Дефект	Причина утворення	Заходи щодо попередження
Невідповідність геометрії		
Недолив	Виливок має малу товщину стінок; недостатня рідкоте-кучість металу; занижена температура металу перед заливанням форми; неправильно розрахована або розташована ливникова система	Дотримувати оптимальної температури заливання металу. Ковші перед заливанням просушувати й підігрівати до 700—800 °С. Дегазувати й ретельно раскислять сплав. Охороняти сплав від окиснення
Незлитина	Низька рідкотекучість металу перед заливанням форми; неправильно вибране місце підведення металу в форму; мала товщина стінки вилівка	Дотримувати оптимальної температури заливання металу. Ковші перед заливанням просушувати й підігрівати до 700—800 °С. Правильно вибране місце підведення металу в порожнину форми
Перекіс стрижневий	Перекіс стрижнів під час встановлення їх у форму або перекриття форми	Необхідно правильно визначити довжину знакової частини стрижня, застосування каркасів, жеробійок
Різностінність	Зміщення, деформація або спливання погано закріпленого стрижня	Застосування в технології надливів, дотримання розплаву до оптимальної температури заливання, навантаження форми, гарне кріплення стрижня в формі

Продовження таблиці 4.13.

Дефект	Причина утворення	Заходи щодо попередження
Дефекти поверхні		
Плівки	Неправильно розрахована ливникова система	Точний розрахунок ливникової системи. Безперервний стрмінь металу, оптимальний час заливання
Пригар	Фізична та хімічна взаємо-дія матеріалів ливарної форми з металом вилівка	Нанесення на порожнину форми проти пригарнихфорб, та інших проти пригарних покриттів
Ужимина	Відшаровування формува-льної суміші від робочої поверхні форми під час за-ливання її металом внаслі-док надмірного ущільнення формувальної суміші	Ущільнення суміші до достатнього рівня з допресуванням, підведення металу в форму з низу
Не суцільності в тілі вилівка		
Дірчастість	Недостатнє підживлення потовщених частин вилівка рідким металом під час його кристалізації	Застосування бокових надливів на основі розрідження металу
Поруватість усадкова	Відсутність надливів та ви-порів у верхніх точках ви-ливка; неправильне розта-шування вилівка у формі	Використання 4-х бокових надливів, вентиляційні канали в формі, вентиляційні отвори в каркасі стрижня

ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ

Змін.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

72

Арк.

Продовження таблиці 4.3.

Дефект	Причина утворення	Заходи щодо попередження
Поруватість усадкова	Об'ємна усадка металу під час переходу його із рідко-го стану в твердий; неопти-мальна конструкція вилив-ка; відсутнє направлене тверднення	Утеплення прибуткової частини злитка. Якщо не вдається уповільнити кристалізацію рідкого металу і локалізувати. вона поширюється в глиб злитка, її нижній, вузький кінець розгалужується, і в злитку утворюються додаткові порожнини більшого або меншого об'єму, розташовані поблизу . зазвичай під нею
Вкраплення		
Вкраплен ня не металеві	Низька вогнетривкість фу-теровки плавильного агре-гату; мала тривалість витримування металу після його розкислення	Використання в ливниковій системі шлаковловлювачів, розкислення сталі.

4.5.3 Контроль якості продукції

Основні методи перевірки якості продукції:

контроль внутрішніх та поверхневих дефектів;

контроль розмірів виливка;

контроль вмісту назових та неметалевих вкраплень, тріщини, усадкові раковини визначаються акустичним методом контролю.

контроль на піщані раковини здійснюється методом магнітного контролю.

4.5.4 Термічна обробка виливків

Виливою «Коробка» яка виготовляється з сталі марки 20Л необхідно піддати наступному термічному обробленню, нормалізація за температури 900°C та відпуску за температури 610°C, з подальшим охолодженням на повітрі разом з піччю.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

5 ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ

5.1 Розрахункова схема змішувача

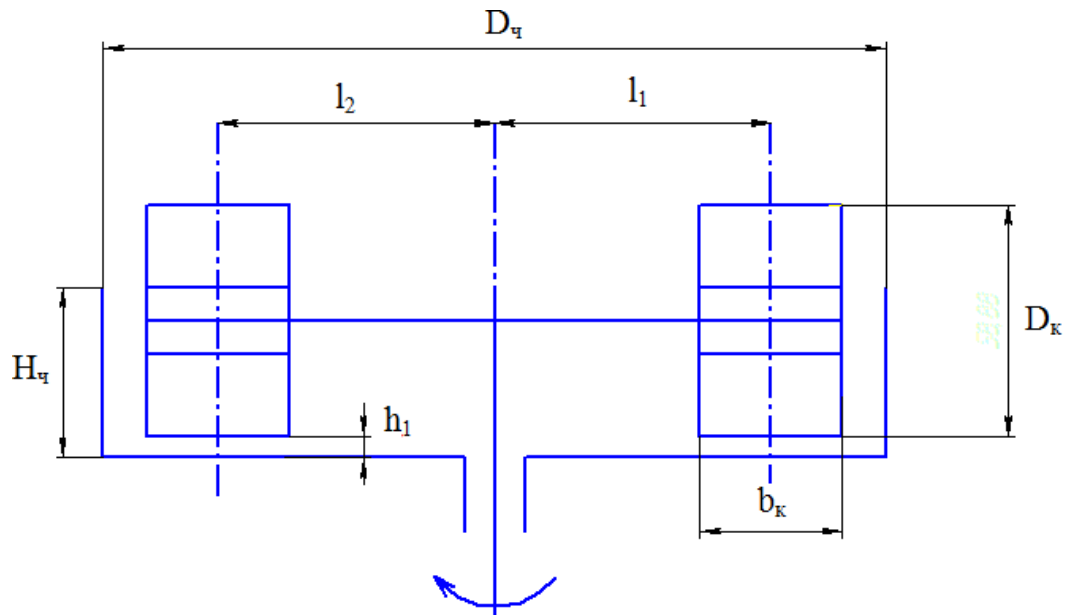


Рисунок 5.1 Кінематична схема змішувача з вертикальною віссю обертання котків.

де $D_{\text{ч}}$ – діаметр чаші змішувача; $D_{\text{к}}$ – діаметр котка змішувача; $H_{\text{ч}}$ – висота чаші змішувача; $b_{\text{к}}$ – ширина котка змішувача; l_1, l_2 – відстані від осей котка до осі змішувача; h_1 – зазор між котком і дном

5.2 Обчислення габаритних розмірів чаші.

5.2.1 Діаметру чаші знаходиться за формулою:

$$D = 085 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot V_3}{3.14 \cdot h}}, \quad (5.1)$$

де $D_{\text{ч}}$ – діаметр чаші змішувача, м;

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ		
Розроб.		Шевчун Д.Ю.					
Перевір.		Фесенко М.Ю.					
Реценз.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.					Літ. Арк. Акрушів 75 13 НТУУ «КПІ» І. Сікорського, ІФФ, ФЛ-51		

V_3 – об’єм замісу, м^3 ;

h – загальна висота суміші в змішувачі, м.

Висота шару суміші в чаші оючислюється за формулою:

$$h = h_1 + h_2 \quad (5.2)$$

де h – загальна висота суміші в змішувачі, м;

h_1 – зазор між катком і дном, м;

h_2 – шар суміші, який затягується під каток, м.

$h_1 = 0,02 \dots 0,025$ м [12]. Приймаємо $h_1 = 0,025$ м. $h_2 = 0,06 \dots 0,08$ м [6].

Приймаємо $h_2 = 0,08$ м.

Підставляємо вибрані данні до формули (5.2) одержуємо:

$$h = 0.025 + 0.08 = 0.105 \text{ м.}$$

Ожержене значення h підставляємо в формулу (5.1):

$$D = 0.85 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 1}{3.14 \cdot 0.105}} = 2.9 \text{ м}$$

5.2.2 Визначення висоти чаші коткового змішувача

Висота чаші коткового змішувача залежить від його типу, закритого чи відкритого. Для відкритого типу висота становить 700...800 мм, а закритого – 400...500мм.

Даний змішувач відноситься до відкритого типу, висоту чаші приймаємо $H_{\text{ч}} = 800$ мм.

5.2.3 Обчислення діаметру котка змішувача

Діаметр котка знаходимо за формулою:

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

$$D_{\text{к}} = (11 \dots 12) \cdot h_2 \quad (5.3)$$

де $D_{\text{к}}$ – діаметр котка змішувача, м;

h_2 – шар суміші, який зтягується під коток, м.

Підставляємо значення в формулу (5.3):

$$D_{\text{к}} = 11.5 \cdot 0.8 = 0.92 \text{ м.}$$

5.2.4 Обчислення ширини котка

Ширину котка визначаємо за формулою:

$$b_{\text{к}} = \left(\frac{1}{3.25} \dots \frac{1}{5} \right) \cdot D_{\text{к}}, \quad (5.4)$$

де $b_{\text{к}}$ – ширина котка змішувача, м;

$D_{\text{к}}$ – діаметр котка змішувача, м.

Підставивши значення в формулу (5.4):

$$b_{\text{к}} = \left(\frac{1}{4} \right) \cdot 0.92 = 0.23 \text{ м.}$$

5.2.5 обчислення маси котка

Масу котка визначаємо за формулою:

$$G_{\text{к}} = g \cdot b_{\text{к}}, \quad (5.5)$$

де $G_{\text{к}}$ – маса котка, кг;

g – допустиме навантаження на одиницю ширини котка, кг/см;

$b_{\text{к}}$ – ширина котка змішувача, см.

Значення g вибираємо з таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Допустиме навантаження на одиницю ширини котка

$V_z, \text{м}^3$	0,25	0,4	0,6	1,0	1,25	1,6
$g, \text{кг/см}$	20	25	32	40	56	80

З таблиці 5.1 приймаємо значення $g = 32$. Підставивши в формулу (5.5) дані, отримуємо:

$$G_K = 32 \cdot 23 = 735 \text{ кг.}$$

5.2.6 Обчислення кількості обертів котка

Кількість обертів котка визначається за наступною формулою:

$$n_k = \frac{60 \cdot V_k}{3.14 \cdot D_k}, \quad (5.6)$$

де n_k – число обертів котка, об/хв;

V_k – окружна швидкість котка, м/с;

D_k – діаметр котка змішувача, м.

Згідно рекомендаціям [12] окружна швидкість котка в діапазоні 1,4...2,2 м/с. Приймаємо $V_k = 1,85$ м/с.

Підставивши значення в формулу (5.6) отримуємо;

$$n_k = \frac{60 \cdot 1.85}{3.14 \cdot 0.92} = 38.4 \text{ об/хв.}$$

5.2.7 Обчислення кількості обертів вертикального валу

Шукана величина знаходиться за формулою:

$$n_v = n_k \cdot \frac{D_k}{D_{сеп}} \text{ об/хв} \quad (5.7)$$

де n_v – число обертів вертикального вала, хв⁻¹;

n_k – число обертів котка, хв^{-1} ;

D_k – діаметр котка змішувача, м;

$D_{\text{сер}}$ – середній діаметр дорожки перекочування котків, м.

Середній діаметр дорожки перекочування котків розраховуємо за формулою:

$$D_{\text{сер}} = (2 \cdot l_1 + 2 \cdot l_2) / 2, \quad (5.8)$$

де $D_{\text{сер}}$ – середній діаметр дорожки перекочування котків, м;

l_1 – відстань від осі валу до осі першого котка, м;

l_2 – відстань від осі валу до осі другого котка, м.

Відповідно даним [12]: $l_1 = b_k + 0,5$ м; $l_2 = (1,15 \dots 1,25) \cdot l_1$ м.

Вибрані значення підставляємо в формулу:

$$l_1 = 0.23 + 0.5 = 0.73 \text{ м},$$

$$l_2 = 1.25 \cdot 0.73 = 0.91 \text{ м}.$$

Обчислені значення підставити в формулу (5.8) маємо:

$$D_{\text{сер}} = \frac{(2 \cdot 0.73 + 2 \cdot 0.91)}{2} = 1.64 \text{ м}.$$

Значення $D_{\text{сер}}$ підставляємо до формули (5.7) виходить:

$$n_b = 38.4 \cdot \frac{0.92}{1.64} = 22 \text{ об/хв},$$

5.2.8 Розрахунок передаточного числа редуктора

Обчислення передаточного числа проводиться за формулою:

$$i_p = n_{дв}/n_v \quad (5.9)$$

де i_p – попереднє передаточне число редуктора змішувача;

$n_{дв}$ – число обертів двигуна, об/хв;

n_v – число обертів вертикального вала, об/хв.

Середнє значення числа обертів двигуна обираємо 1460 об/хв, підставляємо отримане значення в формулу (5.9) маємо:

$$i_p = 1460 / 22 = 66 \text{ об/хв.}$$

5.2.9 Обчислення потужності електродвигуна

Протужність електродвигуна обчислюється за формулою:

$$N = N_{xx} + (N_{коч} + N_{ск} + N_{пл}) / \eta \quad (5.10)$$

де N – загальна потужність двигуна, кВт;

N_{xx} – потужність холостого ходу, кВт;

$N_{коч}$ – потужність, витрачена на перекочування котків, кВт;

$N_{ск}$ – потужність, витрачена на сковзання котків по суміші, кВт;

$N_{пл}$ – потужність, яка витрачена на переміщення плужків, кВт;

η – коефіцієнт корисної дії приводу, $\eta = 0,9 \dots 0,95$.

Приймаємо $\eta = 0,9$.

Відповідно рекомендаціям [12] $N_{xx} = 2,5 \dots 3,5 \text{ кВт}$

Потужність обчислюємо за формулою:

$$N_{\text{коч}} = G_{\text{к}} \cdot a \cdot \omega \cdot \frac{2(l_1 + l_2)}{D_{\text{к}} + 102} \text{ кВт}; \quad (5.11)$$

де $N_{\text{коч}}$ – потужність, витрачена на перекочування котків, кВт;

$G_{\text{к}}$ – маса котка, кг;

a – приведенне плече сил реакції суміші, м;

ω – кутова швидкість обертання валу, рад/с;

l_1 – відстань від осі валу до осі першого котка, м;

l_2 – відстань від осі валу до осі другого котка, м;

$D_{\text{к}}$ – діаметр котка змішувача, м.

Приведене силове плече розраховується за формулою:

$$a = h \cdot \lambda \quad (5.12)$$

де a – приведенне плече сил реакції суміші, м;

h – висота шару суміші, м;

λ – безрозмірний коефіцієнт, який залежить від міцності суміші і визначається за формулою:

$$\lambda = 0,9 + 3,2 \cdot \sigma_{\text{сир}} \quad (5.13)$$

де λ – безрозмірний коефіцієнт, який залежить від міцності суміші;

Прийняте значення підставляємо в формулу (5.13) маємо:

$$\lambda = 0,9 + 3,2 \cdot 0,4 = 2.18$$

Підставляємо знайдені данні в формулу (5.12):

$$a = 0,105 \cdot 2.18 = 0,23 \text{ м.}$$

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок кутової швидкості обертання валу виконуємо за формулою:

$$\omega = \pi \cdot n_{\text{в}} / 30 \quad (5.14)$$

де ω – кутова швидкість обертання валу;

рад/с; $n_{\text{в}}$ – число обертів вертикального вала, об/хв.

Підставивши данні в формулу (5.14) маємо:

$$\omega = 3,14 \cdot 22 / 30 = 2,3 \text{ рад/с.}$$

Розраховане значення ω підставляємо в формулу (5.11).

$$N_{\text{коч}} = 735 \cdot 0,23 \cdot 2,3 \cdot \frac{2(0,73 + 0,91)}{0,92 \cdot 102} = 13,6 \text{ кВт.}$$

Потужність яка витрачається на ковзання визначається за формулою:

$$N_{\text{ск}} = f \cdot \frac{G_{\text{к}} \cdot b_{\text{к}} \cdot \omega}{2 \cdot 102} \cdot \text{кВт.} \quad (5.15)$$

де $N_{\text{ск}}$ – потужність, що витрачається на ковзання, кВт;

f – коефіцієнт тертя при ковзанні котка по шарусуміші;

$G_{\text{к}}$ – маса котка, кг;

$b_{\text{к}}$ – ширина котка змішувача, м;

ω – кутова швидкість обертання валу, рад/с.

Коефіцієнт тертя знаходиться в межах 0,2...0,7 при вологості суміші 4-8% Приймаємо $f = 0,5$.

Отримані значення підставити в формулу (5.15)

$$N_{\text{ск}} = 0,5 \cdot \frac{735 \cdot 0,23 \cdot 2,3}{2 \cdot 102} = 0,95 \text{ кВт.}$$

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність на переміщення плужків, визначається за формулою:

$$N_{\text{пл}} = \frac{k \cdot A \cdot \omega^2 \cdot G_3}{102} \quad (5.16)$$

де $N_{\text{пл}}$ – потужність, що йде на переміщення плужків, кВт;

k – розрахунковий параметр;

A – геометричний параметр, який характеризує розміри, кут нахилу, конфігурацію і розташування плужків, $A = 0,11 \text{ м}^4$;

ω – кутова швидкість обертання валу, рад/с;

G_3 – маса замісу, кг.

Параметр k визначаємо за формулою:

$$k = 0,7 + 3 \cdot \sigma_{\text{сир}} \quad (5.17)$$

де k – розрахунковий параметр;

$\sigma_{\text{сир}}$ – міцність суміші по сирому, кг/см².

Підставивши відомі значення в формулу (5.17) отримуємо:

$$k = 0,7 + 3 \cdot 0,4 = 1,9.$$

Масу замісу визначаємо за формулою:

$$G_3 = V_3 \cdot \delta_0 \text{ кг.} \quad (5.18)$$

де G_3 – маса замісу, кг; V_3 – об'єм замісу, м³;

δ_0 – вихідна щільність замісу, кг/м³.

Вихідна щільність замісу має бути в діапазоні 1000...1200 кг/м³.

Приймаємо $\delta_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Підставляємо значення в формулу (5.18):

$$G_3 = 1 \cdot 1000 = 1000 \text{ кг.}$$

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одержані данні підставляємо в формулу (5.16):

$$N_{\text{пл}} = \frac{1.9 \cdot 0.11 \cdot 2.3^2 \cdot 1000}{102} = 11 \text{ кВт.}$$

Підставляємо отримане значення до формули (5.10):

$$N = 3 + (13.6 + 0.95 + 11) / 0.9 = 32 \text{ кВт.}$$

Розрахункова потужність двигуна знаходиться за формулою:

$$N_{\text{р_дв}} = k_y \cdot N \quad (5.19)$$

де $N_{\text{р_дв}}$ – розрахункова потужність двигуна, кВт;

k_y – коефіцієнт запасу, $k_y = 1,0 \dots 1,2$, приймаємо $k_y = 1,1$;

N – загальна потужність двигуна, кВт.

Прийняте значення підставляємо в формулу (5.19):

$$N_{\text{р_дв}} = 1,1 \cdot 32 = 35 \text{ кВт.}$$

За каталогом оберемо електродвигун марки «AIP200M4»

Характеристики обраного двигуна:

$N = 37 \text{ кВт};$

$n = 1460 \text{ об/хв};$

Габаритні розміри електродвигуна:

Довжина = 780 мм;

Ширина = 395 мм;

Висота = 505 мм

Маса = 230 кг.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

5.3 Принцип дії та призначення котевого змішувача з вертикальною віссю обертання котків

Змішувачі періодичної дії з вертикально-обертовими котками використовують для рівномірного розподілення усіх складових (наповнювач, зв'язувальний компонент, вода та добавки) матеріалів піщано-глинястих сумішей по всьому об'єму суміші, за для досягнення високих показників технологічних властивостей формувальних та стрижневих сумішей, що будуть в майбутньому використовуватись в ливарних цехах. Найважливішим завданням змішувача періодичної дії з вертикально-обертовими котками при приготуванні порції суміші є створення сприятливих умови для покриття плівкою зв'язувального компонента наповнювача і, як результат , отримання виливків з меншою кількістю недоліків і браку.

Найбільш поширеним, достатньо простим і надійним у ливарному виробництві є процес перемішування формувальних матеріалів в змішувачах періодичної дії з вертикально-обертовими котками.

Змішувачі періодичної дії з вертикально-обертовими котками використовують не лише в масовому, крупносерійному та серійному виробництвах, а також і при виготовленні дрібносерійних та одиничних виливків [4].

5.4 Кінематична схема коткового змішувача періодичної дії з вертикальною віссю обертання котків

Змішувач з вертикально-обертовими котками (рис.5.1) має нерухому чашу 1 і два гладких котка 2 (посаджених на вісі 4), які котяться по шару матеріалу, завантаженого в чашу 1, описуючи круги навколо центрального вертикального вала (3) і в той же час обертаються навколо власної осі (4).

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

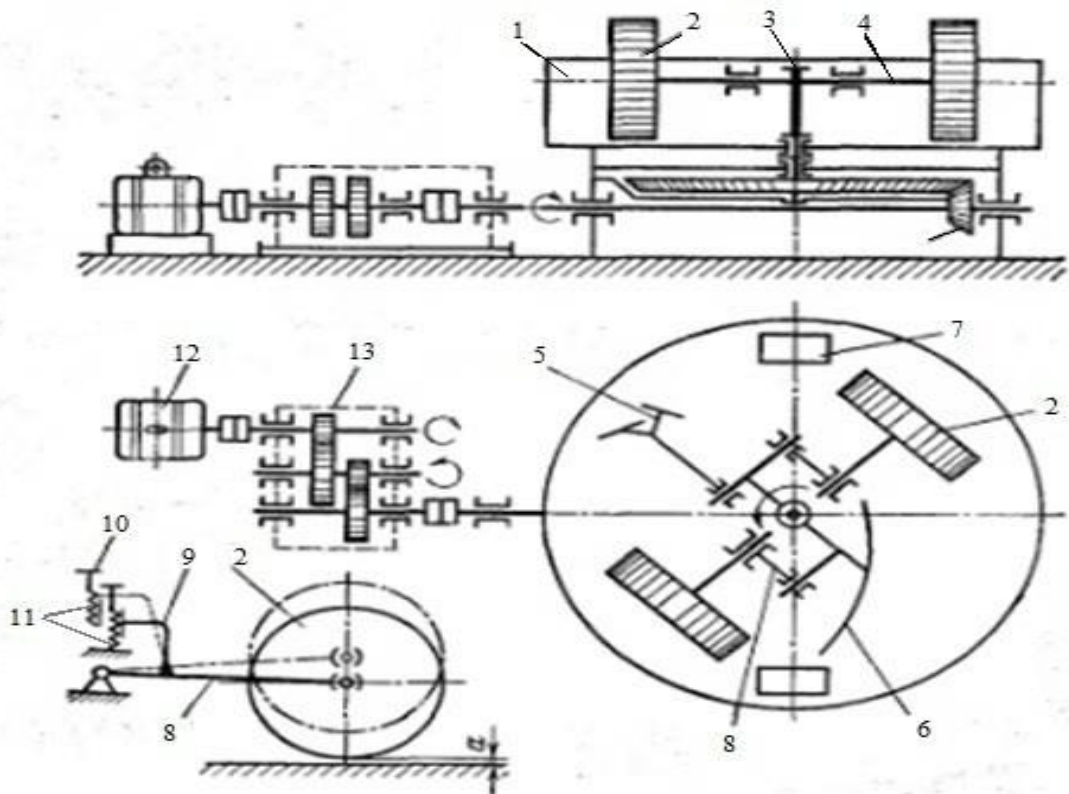


Рисунок 5.1 кінематична схема змішувача

1 – чаша; 2 – коток; 3 – вертикальний вал; 4 – вісь; 5 і 6 – плужки; 7 – люк для розвантаження; 8 – кривошип; 9 – кронштейн кривошипа; 10 – регулюючі гвинти; 11 – пружини; 12 – електричний двигун; 13 – редуктор.

За допомогою плужків (5) і (6) матеріал, який змішується, направляється під котки (2).

Котки (2) монтують на кривошипах (8) у такий спосіб, щоб при потраплянні під них випадкових твердих предметів вони могли підійматися і пропускати останні. Кривошипи (8) котків (2) обладнані кронштейнами (9) з упорними регулюючими гвинтами (10). Ці гвинти (10) обмежують переміщення котків (2) донизу й таким чином встановлюють величину найменшого зазору між котками (2) та дном чаші (1). Цей процес запобігає дробленню піску [4].

Коткові змішувачі являють собою змішувач періодичної дії. Під час процесу приготування суміші бункера з домішувачами встановлюються для завантаження складових частин суміші. Після приготування суміші крізь розвантажувальний люк (7) заміс видаляється із змішувача

З використанням коткові змішувачів досягаються високі показники якості перемішування складових частин сумішей шляхом рівномірного розтирання, ущільнення та забезпечення достатнього обволікування піщаних зерен оболонками вологої глини або іншими зв'язуючими матеріалами.

Змішувальна дія досягається тиском котків на суміш, ковзанням котків (2) по дну чаші (1) та й до допоміжного змішування суміші плужками (5,6) [4].

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

6.1 Визначення капітальних вкладень в проект сумішо-приготувального відділення цеху

Величина необхідних капітальних вкладень (у грн.) визначається методом розрахунку окремих елементів вкладень, за формулою:

$$K = K_0 + K_{\text{осн}} + K_{\text{інв}} + K_{\text{м}}, \quad (6.1)$$

де K_0 – капіталовкладення у необхідне обладнання;

$K_{\text{осн}}$ – капіталовкладення в оснащення;

$K_{\text{інв}}$ – капіталовкладення в інвентар;

$K_{\text{м}}$ – капіталовкладення у запаси матеріалів, напівфабрикатів.

Вкладення в устаткування (у грн.) розраховують за формулою:

$$K_0 = K_{\text{т}} + K_{\text{пт}} + K_{\text{е}} + K_{\text{уп}}, \quad (6.2)$$

де $K_{\text{т}}$ – капіталовкладення у необхідне технологічне устаткування;

$K_{\text{пт}}$ – капіталовкладення у піднімально-транспортне устаткування;

$K_{\text{е}}$ – капіталовкладення в енергоустаткування;

$K_{\text{уп}}$ – капіталовкладення у засоби контролю та управління.

Витрати на придбання, доставку і встановлення одиниць необхідного устаткування розраховують за допомогою наступної формули :

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Шевчун Д.Ю,			ТЕХНІЕО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ		Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		НарасєвськийС.В						88	10
Реценз.				НТУУ «КПІ» І. Сікорського, ІФФ, ФЛ-51					
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							
Затверд.									

$$K = Ц(a_T + a_6 + a_M), \quad (6.3)$$

де Ц – договірна ціна одиниці технологічного устаткування, грн.;

a_T – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати на придбання устаткування (0,05...0,1);

a_6 – коефіцієнт, що враховує будівельні роботи (0,02...0,08);

a_M – коефіцієнт, що враховує витрати на монтажні роботи (0,05...0,1).

Розрахунок капітальних вкладень в устаткування сумішо-приготувального відділення наведений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Розрахунок капіталовкладень в устаткування

Найменування устаткування	Кількість, шт.	Вартість за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.	Витрати на монтаж, грн.	Всього, грн.
2	3	4	5	6	7
Котковий змішувач моделі 15114	1	350 000	350 000	5 000	355 000
Котковий змішувач моделі S1110D	1	120 000	120 000	3 000	123 000
Котковий змішувач моделі 15101	1	160 000	160 000	3 000	163 000
Стрічковий конвеєр	13	30 000	390 000	8 000	398 000
Циліндричний бункер	1	12 000	12 000	1 000	13 000
Жолоб	1	600	600	50	650
Прямокутний бункер	5	13 000	65 000	5 000	70 000
Елеватор	2	40 000	80 000	4 000	84 000
Магнітний сепаратор	1	200 000	200 000	2 000	202 000
Полігональне сито	1	75 000	75 000	1 500	76 500
Мостовий кран	1	250 000	250 000	4 000	254 000
Дозатори	6	7 500	45 000	1 000	46 000
Лабораторне устаткування	1	450 000	450 000	5 000	455 000
Всього					2 240 150

Вартість обігового фонду оснастки та інструменту в загальному вигляді визначається з розрахунку 8 грн. на одиницю придатного литва (річна програма):

$$K_{\text{осн}} = 8 \cdot n_{\text{заг}}, \quad (6.4)$$

де $n_{\text{заг}}$ – загальна кількість виливок на рік, шт.

Підставивши значення в формулу (6.4), отримуємо:

$$K_{\text{осн}} = 8 \cdot 2000 = 16000 \text{ грн.}$$

Вартість виробничого та господарчого інвентарю приймаємо в розмірі 2% від вартості устаткування:

$$K_{\text{инв}} = 2240150 \cdot 0,02 = 44803 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення в запаси матеріалів розраховують за формулою:

$$K_{\text{м}} = \sum M_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (6.5)$$

де M_i – середня кількість запасів матеріалів i -го типу, т;

C_i – оптова ціна матеріалу i -го типу, грн.;

K_i – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати на придбання матеріалу i -го типу.

Розрахунок капітальних вкладень в запаси сумішоприготувального відділення наведений у таблиці 6.2.

Визначаємо кількість необхідних капіталовкладень у дільницю:

$$K = 2240150 + 16000 + 44803 + 97501,5 = 2398454,5 \text{ грн.}$$

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2 – Визначення капітальних вкладень у запаси матеріалів

Найменування матеріалу	Кількість на 1 т литва, кг	Величина запасу, т	Планова ціна, грн./т	Вартість мінімального запасу, грн.
Оборотна суміш	8500	170	420	71400
Кварц пилоподібний	400	8	1200	9600
Бентонітова глина П2Т ₂ А	300	3	2500	7500
Крохмаліт	10	0,2	6000	1200
Кварцовий пісок 2К ₂ О ₂ О ₃	510	10,2	420	4284
Кварцовий пісок 1КіОі010	92,5	1,85	550	1017,5
Смола СФП-011Л	5	0,1	12000	1200
Спирт етиловий	2,5	0,05	26000	1300
Всього				97501,5

6.2 Визначення чисельності робітників та витрат на заробітну плату

Кількість основних виробничих працівників кожної з професій визначається із трудомісткості виробничих операцій, які здійснюються на дільниці, або по аналогії із діючим виробництвом. Чисельність основних робітників дільниці наведено у таблиці 6.3, а допоміжних у таблиці 6.4.

Витрати на заробітну плату робітників складаються з основної та додаткової заробітної плати з відрахуванням на соціальні потреби. Сума цих нарахувань складає 22% від загального річного фонду заробітної плати [13].

Загальний фонд заробітної плати робітників розраховується наступним чином: спочатку визначають основний і додатковий фонд заробітної плати.

Основний фонд заробітної плати за рік (у грн.) для відрядників за професіями і розрядами розраховується за формулою:

$$З = N \cdot \Phi \cdot C, \quad (6.6)$$

де N – число основних робітників даної професії та розряду, чол;

Φ – ефективний фонд часу роботи одного робітника за рік, год;

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

С – годинна тарифна ставка, грн.

Розмір премії приймаємо 25...35% від фонду основної заробітної плати.

Розмір додаткового фонду визначається як сума всіх перерахованих виплат.

Загальний фонд заробітної плати розраховується як сума основного та додаткового фондів.

Результати розрахунків заробітної плати приведені у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунки заробітної плати

Найменування професії	Розряд	Г годинна ставка, грн.	Чисельність робітників, осіб	Плановий фонд робочого часу	Фонд основної зарплати, грн.	Фонд додаткової заробітної плати, грн.	Загальний фонд заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8
Сумішоприготувальник	4	26,63	6	1840	293995	73499	367494
Оператор сепаратора	4	26,63	2	1840	97999	24500	122500
Оператор полігонального сита	4	26,63	2	1840	97999	24500	122500
Лаборант	5	31,13	2	1840	114560	28640	143200
Допоміжні робітники	3	25,13	4	1840	184957	46240	231197
Разом			16		789510		986891

Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу приведений у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу

Посада	Кількість, осіб	Місячний оклад, грн.	Річний фонд заробітної плати, грн.
1	2	3	4
Начальник	1	16500	198000
Майстер зміни	2	15000	180000
Разом	3		378000

6.3 Визначення загальновиробничих витрат дільниці

Витрати на електроенергію визначаємо, виходячи із вартості 1 кВт-год електроенергії, що дорівнює 1,32 грн/кВт-год.

$$C_e = 688380 \cdot 1,32 = 908661,6 \text{ грн.}$$

Вартість води визначаємо з розрахунку 5,48 грн. за 1 м³:

$$C_v = 5,48 \cdot 23423,8 = 128314,2 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання і експлуатацію устатковування приймаються в розмірі 10% від його балансової вартості:

$$P_{\text{утр}} = 0,1 \cdot 2240150 = 224015 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт оснастки та інвентарю складають 25% від їх вартості:

$$P_{\text{р.осн.буд.}} = 0,25 (3200000 + 44803) = 811200,75 \text{ грн.}$$

Величина транспортних витрат складає 60 грн. на 1 т придатного литва:

$$P_{\text{тр}} = 60 \cdot 3894 = 233640 \text{ грн.}$$

Величина амортизаційних відрахувань визначається згідно з утвердженими нормами амортизацій, і цей розрахунок наведений у таблиці 6.5.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

Таблиця 6.5 – Загальновиробничі витрати по дільниці

Найменування статті витрат	Сума, тис. грн.
Заробітна плата	1364890
Відрахування на соціальні заходи	300175
Енергетичні витрати:	
1 - електроенергія	908661,6
2 – вода	128314,2
Допоміжні матеріали:	
1 - матеріали для здійснення технологічного процесу	42300
2 - матеріали для експлуатації устатковування	34500
3 - матеріали для дільничних потреб	68000
Ремонт та утримання у робочому стані:	
1 -устатковування,	224015
2- інвентарю та оснастки	811200,75
Амортизація:	
1- устатковування	450000
2- оснастки та інвентарю	778752,72
Транспортні витрати	233640
Витрати на дослідження, випробування	9500
Витрати на охорону праці	6650
Витрати на винахідництво та раціоналізацію	4750
Канцелярські витрати	10000
Інші витрати	54453
Всього	5499772,27

Амортизаційні відрахування на оснастку та інвентар визначають згідно норм і складають 24% від їх вартості:

$$A_{\text{інв}} = 0,24(3200000 + 44803) = 778752,72 \text{ грн.}$$

Витрати на дослідження, експерименти та випробування приймаємо у розмірі 500 грн. на одного працівника:

$$P_{\text{досл}} = 500 \cdot 19 = 9500 \text{ грн.}$$

Витрати на винахідництво і раціоналізацію приймаються 250 грн. на одного працюючого:

$$P_{\text{рац}} = 250 \cdot 19 = 4750 \text{ грн.}$$

Витрати на охорону праці та техніку безпеки визначають з розрахунку 350 грн. на одного працюючого:

$$P_{\text{охор}} = 350 \cdot 19 = 6650 \text{ грн.}$$

Інші невраховані витрати можна вважати рівними 1% від загальної суми врахованих загальновиробничих витрат по дільниці:

$$P_{\text{невр}} = 0,01 \cdot 3023,512 = 30,235 \text{ тис. грн.}$$

6.4 Розрахунок продуктивності праці на дільниці

Продуктивність праці розраховуємо як відношення обсягів виробництва придатного литва за рік до загальної чисельності персоналу дільниці:

$$ПП = Q/n,$$

де Q – кількість придатного литва за рік, т;

n – загальна чисельність персоналу дільниці, особа.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{ПП} = 3000/16 = 204,94 \text{ т/особу}$$

6.5 Розроблення планової собівартості продукції

Таблиця 6.6 – Планова калькуляція собівартості 1 т продукції сумішоприготувального відділення (формувальної та стрижневої суміші)

Найменування статей витрат	% компонента в суміші	Кількість на 1 т литва, кг	Планова ціна за 1 т, грн.	Вартість на 1 т, грн.
1	2	3	4	5
1. Формувальна суміш:				
- оборотна суміш	85	8500	420	3570
- кварц пілоподібний	4	400	1200	480
- бентонітова глина	3	300	2500	750
марки П2Т ₂ А	0,1	10	6000	60
- крохмаліт	5,1	510	420	214,2
- кварцовий пісок	2,8	280	5,48	1,5
марки 2K ₂ O ₂ O ₃				
- вода				
Разом	100			5075,7
2.Стрижнева суміш:	92,5	92,5	550	50,9
-пісок 1К1О1010	5	5	12000	60
-смола СФП-011Л	2,5			65
-спирт етиловий		2,5	26000	
Разом				175,9

6.6 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Для порівняння варіантів технічних рішень застосовуємо такі показники економічної ефективності:

– трудомісткість продукції:

$$t = \text{Ч}_{\text{очн}} \cdot \Phi_{\text{оп}}^{\text{пл}} / Q, \text{ нормо} \cdot \text{год} / \text{т}, \quad (6.7)$$

де t – трудомісткість продукції, нормо · год /т;

$Ч_{\text{осн}}$ – чисельність основних робітників, осіб;

$\Phi_{\text{ор}}^{\text{пл}}$ – плановий час роботи робітника за рік, год;

Q – плановий річний обсяг виробництва продукції, т.

Підставивши необхідні значення в формулу (8.7),отримаємо:

$$t = 16 \cdot 1840 / 3000 = 9,81 \text{ нормо} \cdot \text{год/т.}$$

Оскільки формувальні та стрижневі суміші, що виготовляються спроектованим сумішоприготувальним відділенням, не є предметом торгівлі, а виготовляються самостійно кожним цехом для власних технологічних потреб, то в розрахунку періоду окупності даного відділення немає жодного практичного сенсу.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Головним напрямком охорони праці в розвитку ливарного виробництва є створення та впровадження безвідходних та маловідходних прогресивних технологічних процесів виробництва, а також створення на робочих місцях безпечних та комфортних умов праці.

Відділення насичене устаткуванням, яке, як правило, є джерелом наступних шкідливих і небезпечних факторів: надмірна запиленість і загазованість робочої зони, підвищений рівень шуму, вібрацій, які впливають на нервово-психологічний і фізичний стан людини, джерела електричної небезпеки і пожежної небезпеки, а також рухомі механізми, що можуть травмувати чи завдати механічних пошкоджень[14].

Основним устаткуванням відділення є коткові змішувачі, елеватор, стрічкові конвеєри, магнітний сепаратор, полігональне сито.

Метою цього розділу є аналіз небезпечних та шкідливих чинників в сумішо-приготувальному відділенні, розробка заходів та засобів їх усунення. Темою дипломного проекту є технологія виготовлення виливка «Коробка» та організація роботи сумішо-приготувального відділення.

7.1 Організаційні питання охорони праці на підприємстві

Основні положення щодо охорони праці наведені в Законі України «Про охорону праці».

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Шевчун Д.Ю.			ОХОРОНА ПРАЦІ			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Зацарний В.В.								98	11
Реценз.											
Н. Контр.		Федоров Г.Є.									
Затверд.											
					НТУУ «КПІ» І. Сікорського, ІФФ, ФЛ-51						

Згідно статті 13, Закону України «Про охорону праці» директор підприємства зобов'язаний забезпечити на робочому місці та у кожному структурному відділенні умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечення нормативно-правових вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці [14].

За статтею 14, працівник несе безпосередню відповідальність за порушення вимог техніки безпеки. Основну відповідальність несе робітник.

За статтею 15, коли чисельність підприємства складає до 50 чоловік, функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві працює 46 осіб, оскільки їх кількість менше 50 то функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

7.2 Аналіз параметрів приміщення. План

Сумішопріготувальне відділення цеху має комплекси для виготовлення формувальної та стрижневої сумішей, які його основною продукцією, розміри відділення 18х24 м.

Формувальна суміш виготовляється в одному змішувачі моделі 15114, компоненти суміші поступають в змішувач з двох бункерів (пульпа з циліндричного, а оборотна суміш з прямокутного), розташованих над ним, далі суміш вивантажується на стрічковий конвеєр і транспортується до формувально-складально-заливально-вибивального відділення. Схожа схема використовується і при виготовленні стрижневої суміші, суміш готується в змішувачі моделі S1110D, куди її сипкі компоненти поступають з двох бункерів, готова суміш за допомогою стрічкового конвеєра поступає в стрижневе відділення.

Також в сумішо-приготувальному відділенні виконується підготовка оборотної суміші, вона проводиться з допомогою полігонального сита та магнітного сепаратора.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

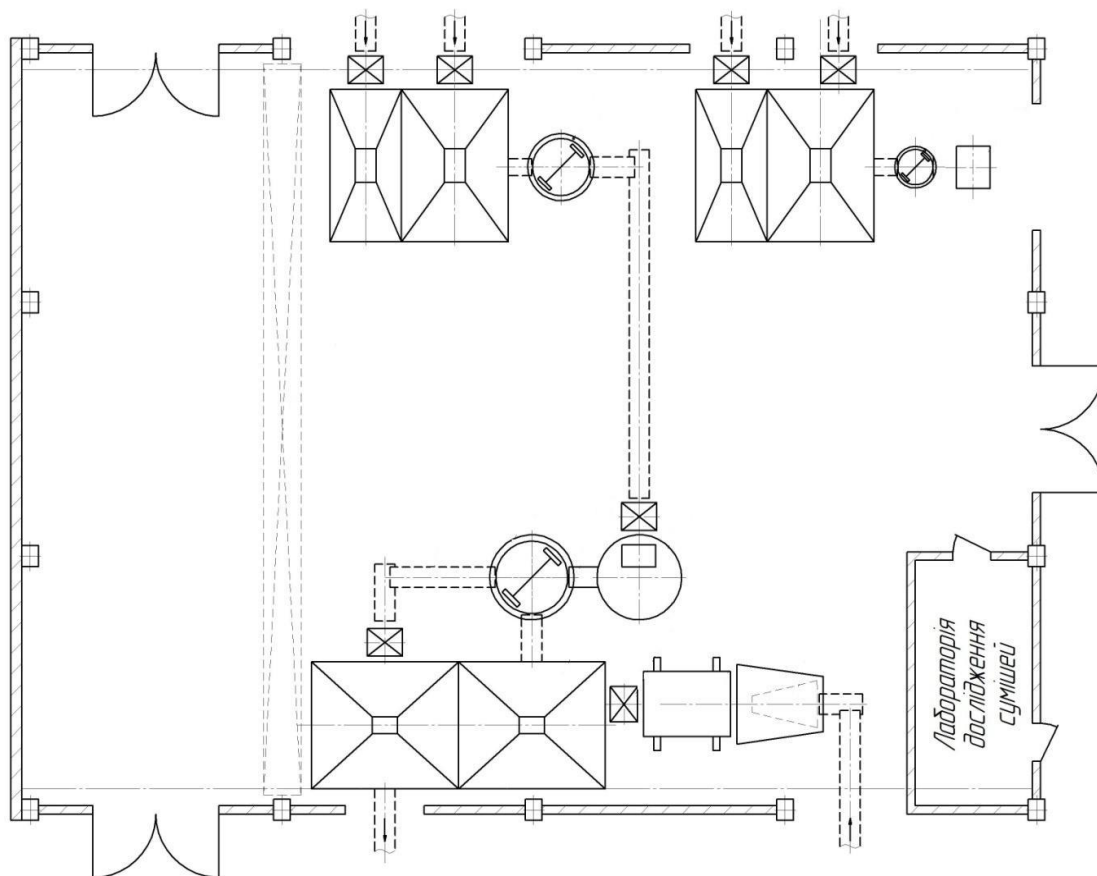


Рисунок 7.1 – Схема сумішо-приготувального відділення.

7.3 Аналіз мікроклімату цеху

Мікроклімат виробничих приміщень – це умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін праць і оточенням. Мікроклімат характеризується показниками: температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового випромінювання.

Оптимальні параметри мікроклімату в робочих приміщеннях в холодний період року для категорії робіт важка ІІІ, відповідно: температура складає 16...18 °С, відносна вологість 40...60%, швидкість руху повітря 0,3 м/с. В теплий період року – 18...20 °С, вологість – 40...60%, швидкість руху повітря 0,4 м/с.

Для дотримання відповідного мікроклімату в цеху, в холодну пору року він обігрівається. Для дотримання швидкості руху і вологості повітря цех

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

обладнується вентиляцією. Для доступу природного світла в зовнішніх стінах виконуються світлові прогони із сталевих віконних плетінь, а для освітлення всієї площі цеху використовується верхнє освітлення за допомогою ліхтарів.

Інтенсивність теплового випромінювання поверхонь, що працюють від нагрівання, і освітлювальних приладів має не перевищувати 35 Вт/м^2 при опроміненні 50 % і більше поверхні тіла людини, 70 Вт/м^2 при опроміненні тіла на 25...50 % і 100 Вт/м^2 при опроміненні не більше, ніж 25%. Інтенсивність теплового опромінення робітників, що працюють з відкритими джерелами випромінювання, має не перевищувати 140 Вт/м^2 при опроміненні до 25 % тіла і обов'язковому використанні ЗІЗ (засобів індивідуального захисту).

Тривала дія високої температури повітря при одночасно підвищеній його вологості призводить до збільшення температури тіла людини до $38...40^\circ\text{C}$ (гіпотермія), внаслідок чого здійснюється різноманітні фізіологічні порушення в організмі: зміни у обміні речовин, у серцево-судинній системі, зміни функцій внутрішніх органів (печінки, шлунка, жовчного міхура, нирок), зміни у системі дихання, порушення центральної та периферичної нервових систем [14].

7.4 Аналіз освітленості сумішоприготувального відділення

У відділенні, що проектується, має місце штучне та природне освітлення. У відповідності до ДНБ В.2.5–28–2006, освітленість приміщень для робіт з матеріалами, що світяться, за розрядом зорової роботи – VII: штучне освітлення при системі загального освітлення складає 200 лк (сукупність нормованих величин показника осліплення та коефіцієнта пульсації: $P = 40$, $K_p = 20\%$); природне освітлення при верхньому чи комбінованому КПО=3, при боковому – КПО =1; суміщене освітлення при верхньому – КПО = 1,8, при боковому КПО = 0,6.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

При системі комбінованого штучного освітлення необхідно, щоб світильники загального освітлення створювали не менше 10% нормованого освітлення. Затемнення робочих місць мостовими кранами компенсується допоміжними світильниками, установленими на еластичних підвісках на кранах. Освітленість на шкалах вимірювальних приладів передбачається не менше 500 лк при люмінесцентних лампах і 300 лк при лампах розжарювання. Освітлення від світильників на пультах управління не менш 150 лк при люмінесцентних лампах і 50 лк при лампах розжарювання.

7.5 Аналіз шуму і вібрації

Відділення, що проектується, оснащено устаткуванням: коткові змішувачі, елеватор, стрічкові конвеєри, магнітний сепаратор, полігональне сито, яке являється джерелом шуму і вібрації. У відповідності до ДСН 3.3.6.037–99, максимально припустимий рівень звуку у виробничих відділеннях складає 80 дБА. Джерелом найбільшого шуму являються коткові змішувачі, рівень шуму яких досягає 65...75 дБА.

Шум призводить до захворювань органів слуху, нервової і серцево-судинної систем, тому все встановлене в цеху обладнання має відповідати вимогам до шумових характеристик ДСН 3.3.6.037–99 (ГОСТ 12.1.003–83).

Для зменшення шуму встановлюємо віброізолючий фундамент і амортизатори під обладнання, для попередження передачі вібрації набудівельні конструкції; відокремлюємо менш шумні дільниці і конторські приміщення стінками і перегородками, які мають досить велику звукоізоляцію. Використовують засоби індивідуального захисту (навушники).

Загальна вібрація за санітарними нормами ДСН 3.3.6.039-99, відноситься:

- категорія 2 транспортно-технологічна. До джерел транспортно-технологічної вібрації відноситься весь транспорт виробничих приміщень;
- категорія 3 тип «а» технологічна вібрація, що діє на постійні робочі місця виробничих відділень.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

Підприємство періодично проводить оцінку шумової і вібраційної безпеки праці на робочих місцях, при виконанні реальних технологічних операцій і технологічних процесів. Результати оцінки рівнів шуму і вібрації надають в санепідемстанцію [14].

7.6 Аналіз джерел виділення пилу та газів

Основними джерелами забруднення атмосфери (пилом, випарами етилового спирту) і водойм механічними суспензіями (піщано-глинисті та піщано-смоляні суміші) в сумішоприготувальних відділеннях є змішувачі, в яких готуються суміші, та конвеєри, по яких вони транспортуються.

Шкідливі речовини, що зустрічаються в сумішоприготувальному відділенні, діють на організм наступним чином: пил - захворювання силікозом та іншими небезпечними захворюваннями; випари етилового спирту - можуть викликати запаморочення, при дуже високих дозах - стан сп'яніння.

У відповідності до ГОСТ 12.1.007–81, шкідливі речовини, що виділяються при роботі цеху, можна віднести до двох (III,IV) з чотирьох класів небезпеки в залежності від ГДК (гранично допустима концентрація), яка визначається за ГОСТ 12.1.005–88.

У сумішоприготувальному відділенні при виробництві формувальних та стрижневих сумішах виділяється велика кількість пилу, тому встановлюється природна та штучна вентиляція, також використовуються ЗІЗ (респіратори) відповідно до ГОСТ 12.4.011-87. Задачею вентиляції є забезпечення чистим повітрям приміщення і утворення сприятливих метеорологічних умов. Для осадження пилу в відділенні також використовують установки-пиловловлювачі (відцентрові скрубери, через які буде проходити забруднене повітря).

Крім цього на робочих місцях, через виділення значної кількості пилу, встановлюється місцева вентиляція у вигляді витяжних зонтів.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

7.7 Аналіз джерел ураження електричним струмом

В сумішо-приготувальному відділенні електричними установками є: коткові змішувачі, елеватор, магнітний сепаратор.

Джерелами ураження електричним струмом є: провідники з пошкодженою ізоляцією, невиконання техніки безпеки при роботі з електричним устатковуванням, невідповідність засобів захисту електричного устатковування вимогам безпеки.

За ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом сумішоприготувальне відділення можна віднести до класу приміщень з особливою небезпекою, що обумовлено наявністю потужних струмопроводів (220, 380 В), можливістю дотику людини до металоконструкцій, корпусів електрообладнання та ін.

Електричні травми можуть спричиняти наступні фактори:

- невідповідність електроустановок, засобів захисту і приладів вимогам безпеки;
- невиконання технічних заходів безпеки;
- організаційно-соціальні причини.

Чинники, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом, поділяються на три групи: електричного характеру, не електричного характеру і чинники виробничого середовища.

Безпечність експлуатації при нормальному режимі роботи електроустановок забезпечується наступними захисними заходами: застосуванням ізоляції, недоступністю струмопровідних частин, застосуванням малих напруг, захисним заземленням і використанням електрозахисних засобів, вчасний огляд і ремонт обладнання.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

7.8 Заходи по захисту навколишнього середовища

Технологічний процес виготовлення виливків включає в себе багато операцій, при виконанні яких виділяється пил, аерозолі і газу.

На ділянці, що проектується, пил утворюється при приготуванні суміші. Металургійні підприємства викидають пил 34,8%, із них 10% ливарне виробництво. Хімічний склад викидів в атмосферу дуже різноманітний. В повітря надходить до мільйону забруднених органічних речовин різного виду.

Повітря, яке видаляється вентиляційними системами із цеху після очищення, має шкідливі домішки в допустимих нормах концентрації ПДК = 10 мг/м³. Основний вид забруднення стічної води: пісок, пил. Стічна вода видаляється через цехову каналізаційну систему, яка входить в загально заводську каналізаційну систему.

Для багатьох підприємств допускається спуск стічних вод, що вміщують шкідливі речовини, після відповідної обробки, у міську каналізаційну мережу, так що концентрація шкідливих речовин у суміші стічних вод підприємства та міських стічних вод не перевищує встановлених норм.

Для очищення стічної води ливарного цеху вибираємо систему зворотного водопостачання [15].

7.9 Механічна небезпека в сумішо-приготувальному відділенні.

Сумішоприготувальне відділення насичене великою кількістю устаткування: змішувачі марок M15114, S1110D, полігональні сита, конвеєри. Які можуть привести до наступних травм: порізу, розриву, розрізу шкіри, дроблення, ламання кісток тіла, розтягу, розриву.

Для захисту працівників в сумішо-приготувальному відділенні від механічних небезпек при експлуатації устаткування застосовуються два основні методи, які передбачають забезпечення неможливості проникнення людини в робочу зону при наявності джерел небезпеки, які представляють реальну загрозу для його життя чи здоров'я;

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

застосування спеціальних пристосувань і пристроїв, безпосередньо захищають людину від будь ідентифікованої небезпеки, що представляє реальну загрозу для його життя чи здоров'я.

Неогорожені рухомі деталі машин сумішоприготувального відділення створюють механічну небезпека. Виступаючі гострі і ріжучі елементи на відкритому обладнанні можуть нанести серйозні травми працівникам. Механічна небезпека складається з великої кількості різного обладнання, що має різні конструкції, скупчення працівників на робочих місцях, а також тісна взаємодія працівників і устаткування. Блокуючі огорожі, перемикачі, пристрої аварійної зупинки і навчання операторів є важливими засобами зниження механічної небезпеки. Неприбрані довге волосся, одяг з довгими рукавами, ювелірні прикраси та інші предмети можуть потрапити в обладнання. Регулярна інспекція та ремонтні роботи виявляють і контролюють механічної небезпеки під час виробництва. Небезпечні джерела електричної, теплової енергії мають вимикатися або перевірятися перед початком роботи на ввімкненому обладнанні та пристосуваннях. Робітники захищаються від джерел небезпечної енергії шляхом проведення операцій блокування.

Там, де використовується привідне механізоване обладнання, завжди існують небезпечні чинники, пов'язані з роботою механізмів. Значну механічну небезпеку представляють преси. Вони приводяться в дію однією рукою, що зможе спричинити потрапляння вільної руки працівника між прес поверхнями. Для запобігання випадкових контактів необхідно встановлювати захисні пристрої на конвеєрні стрічки, приводні ланцюги, вали і муфти. Щоб не допустити потрапляння рук та інших частин тіла працівника в зони захоплення, защемлення та різання, рухомі частини машин повинні бути обладнані захисними пристроями. До найбільш поширених методів захисту відносяться ізоляція процесу, блокуючі пристрої, пересувні бар'єри, пристосування для вилучення продукції з устаткування і т.п, пульти дистанційного управління, дворучне включення машини і електронні засоби безпеки.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

7.10 Пожежна безпека

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів (згідно з ГОСТ 12.1.004–91, належать: полум'я та іскри, підвищена температура, дим, знижена концентрація кисню).

Категорія приміщення по пожежній безпеці Д (ДСТУ Б В.1.1-36:2016). Причиною займання пожежі в приміщенні може стати коротке замикання електрообладнання сумішо-приготувального відділення, причина цьому не дотримання норм експлуатації обладнання.

Згідно до ГОСТ 12.1.004–91, пожежна безпека об'єкта забезпечується: системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту та системою організаційно-технічних заходів.

Основні причини виникнення пожежі в ливарному цеху – загорання електропроводки, використання легкозаймистих речовин, наявність відкритого джерела вогню [16].

При виникненні надзвичайних ситуацій чи аварії для захисту здоров'я та життя працівників необхідно евакуювати персонал, а також сповістити системою сигналізації та прямим телефонним зв'язком пожежну охорону підприємства та міста.

Для запобігання пожежі та аварійних ситуацій необхідно дотримуватися правил техніки безпеки, пожежної безпеки, правил експлуатації обладнання.

Для забезпечення протипожежної безпеки передбачені наступні заходи:

- навколо цеху має бути розміщений зовнішній водопровід, який має гідранти, розташовані через 100 м;
- повинні бути передбачені проїзні дороги;

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107

— біля можливих місць виникнення пожежі розміщується такий інвентар: вогнегасники, як первинні засоби для боротьби з вогнем, а також: відра, ящики з піском, діжки з водою, лопати, пожежні ломы, багри, сокири, азбестове полотно;

— на випадок виникнення пожежі передбачена сигналізація та прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

Запобігання появі пожеж забезпечується додержанням правил експлуатації машин і механізмів, обладнанням споруд, що виконують функції захисту від блискавок [16].

У відділенні, що проектується, застосовуються порошкові вогнегасники ОУ – 5 і ОП – 10, а також, стаціонарні ОП – 100. Кількість вогнегасників визначається з розрахунку на 400м^2 – 2 вогнегасники ОУ–5 і один ОП – 10.

Відстань до можливого джерела виникнення пожежі від місця розміщення вогнегасника не має перевищувати 40 м.

Відповідальними за виконання протипожежного режиму виступають керівник підприємства, а також, начальники цеху та відділення.

План евакуації у разі виникнення пожежі зображений на рис. 7.2.

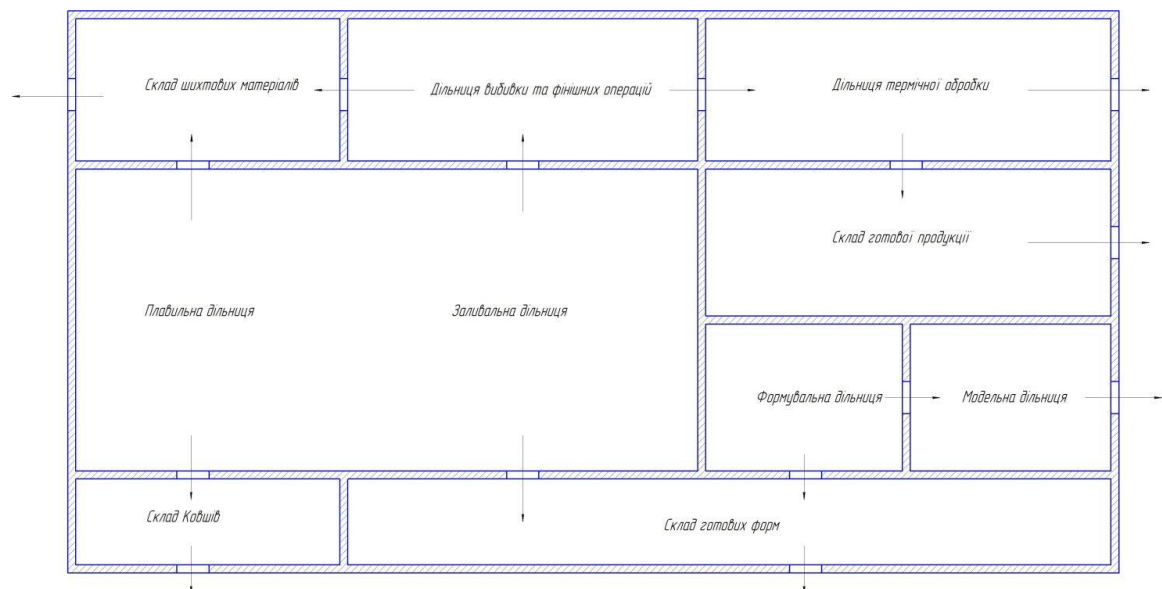


Рисунок 7.2 – План евакуації плавильного відділення

ВИСНОВКИ

При виконанні данного дипломного проекту було реалізовано такі завдання:

- спроектовано сумішоприготувальне відділення, обрано висопродуктивне устаткування, яке виконує всі технологічно необхідні операції на цій ділянці;
- окремо розроблено та розраховано устаткування, що працює у проектованому відділенні, а саме змішувач з вертикально-обертливими котками;
- розроблено технологію виготовлення виливка "Коробка", яка здійснюється шляхом лиття в об'ємні разові сирі піщано-глинясті форми. Технологія забезпечує наближення виливка до готової деталі за розмірами та конфігурацією;
- запланований спосіб і технологія виготовлення стрижнів, яка здійснюється за допомогою піскострільної машини;
- для підвищення продуктивності виготовлення форм здійснюємо в сирі разові об'ємні піщано-глинясті форми;
- проведені економічні розрахунки підтверджують доцільність роботи відділення, обраного устаткування та технології виготовлення виливка; аналіз небезпечних та шкідливих чинників, які існують при виконанні даної роботи, має допустимі результати, що є забезпеченням здорових умов праці та низького рівня забрудненості навколишнього середовища.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Шевчун Д.Ю.			ВИСНОВОК	Літ.	Арк.	Акрушіє	
Перевір.		Фесенко М.А.					109	1	
Реценз.						НТУУ «КПІ» І. Сікорського, ІФФ, ФЛ-51			
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							
Затверд.									

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Федоров Г.Є. та ін.. Проектування ливарних цехів. Підручник у 2 ч. / Федоров Г.Є., Ямшинський М.М., Могилатенко В.Г.– К.: НТУУ «КПІ» – 2011. – 588 с.
2. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту за освітньо-кваліфікаційним рівнем підготовки «бакалавр». Напрямок підготовки 6.050402 – Ливарне виробництво / Г.Є. Федоров, В.М. Дробязко, Л.М.Сиропоршнєв, М.М. Ямшинський.– К.:ВПК«Політехніка», 2011. – 67 с.
3. Фанталов Л.И. и др. Основы проектирования литейных цехов и заводов.
Фанталов Л.И., Кнорре Б.В., Четверухин С.И. // М.: Машиностроение. – 1979. – 376 с.
4. Матвеев И.В., Тарский В.Л. Оборудование литейных цехов. Учебник для техникумов – М., «Машиностроение», 1976 – 440с.
5. Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. – М.:Машиностроение, 1985, – 320с.
6. Марочник сталей и сплавов/М.М. Колосков, Е.Т. Долбенко, Ю.В. Ка-ширский и др.; Под общей ред. А.С. Зубченко- М.: Машиностроение, 2001. - 672 с.
7. Дорошенко С.П., Федоров Г.Є. Модельна оснастка для виробництва виливків у піщаних формах: Навч. посіб. - К.: ІВЦ «Політехніка», 2003. - 112 с.
8. Справочник литейщика: Общие сведения по литью./Под ред. Н.Н. Рубцова. - М.: Машгиз, 1962. - 524 с.

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		
Розроб.		Шевчун Д.Ю.					
Перевір.		Фесенко М.А.					
Реценз.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затверд.					<div>Літ.</div> <div>Арк.</div> <div>Акрушів</div> <div>110</div> <div>2</div> <div>НТУУ «КПІ» І. Сікорського, ІФФ, ФЛ-51</div>		

9. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Теоретичні основи ливарного виробництва» для студентів спеціальності «Ливарне виробництво чорних та кольорових металів»/Укл. А.П. Сьомик, В.М. Дробязко. - К.: НТУУ «КПІ», 1998. - 87 с.

10. Могилев В.К, Лев О.И. Справочник литейщика: Справочник для профессионального обучения рабочих на производстве. - М.: Машиностроение, 1988. - 272 с.

11. Макаревич О.П., Федоров Г.Є., Платонов Є.О. Виробництво виливків із спеціальних сталей. - К.: Видавництво НТУУ „КПІ”, 2005. - 712 с.

12. Аксенов П.Н. и др. П.Н. Машины литейного производства. Атлас конструкций. Учебное пособие для машиностроительных вузов по специальности «Машины и технология литейного производства» / Аксенов П.Н, Орлов Г.М.,Благонравов Б.П. – 1972 – 152с.

13. Гавриш О.А. та ін. Методичні рекомендації до розробки економічної частини дипломних проектів і робіт / О.А. Гавриш, В.І. Кривда, С.В. Нараєвський. – К.: ІВЦ “Політехніка”. – 2010. – 54с.

14. Безпека життєдіяльності : підручник для студ. вищ. навч. закладів / Є. П. Желібо, В. В. Зацарний. Київ : Каравела, 2006. 288 с.

15. Зацарний В.В. Конспект лекцій з дисципліни «Основи охорони праці»./ К.: 2016 – 74 с.

16. Справочник по охране труда на промышленных предприятиях /Ткачук К.Н., Иванчук Д.Ф. и др. – К.: Техника, 1991. – 285с

ДОДАТКИ

					ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шевчун Д.Ю,			ДОДАТКИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Фесенко М.А.					112	1
Реценз.						НТУУ «КПІ» І. Сікорського, ІФФ, ФЛ-51		
Н. Контр.		Федоров Г.Є.						
Затверд.								

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

6.1 Визначення капітальних вкладень в проект сумішо-приготувального відділення цеху

Величина необхідних капітальних вкладень (у грн.) визначається методом розрахунку окремих елементів вкладень, за формулою:

$$K = K_0 + K_{\text{осн}} + K_{\text{інв}} + K_{\text{м}}, \quad (6.1)$$

де K_0 – капіталовкладення у необхідне обладнання;

$K_{\text{осн}}$ – капіталовкладення в оснащення;

$K_{\text{інв}}$ – капіталовкладення в інвентар;

$K_{\text{м}}$ – капіталовкладення у запаси матеріалів, напівфабрикатів.

Вкладення в устаткування (у грн.) розраховують за формулою:

$$K_o = K_{\text{т}} + K_{\text{пт}} + K_{\text{е}} + K_{\text{уп}}, \quad (6.2)$$

де $K_{\text{т}}$ – капіталовкладення у необхідне технологічне устаткування;

$K_{\text{пт}}$ – капіталовкладення у піднімально-транспортне устаткування;

$K_{\text{е}}$ – капіталовкладення в енергоустаткування;

$K_{\text{уп}}$ – капіталовкладення у засоби контролю та управління.

Витрати на придбання, доставку і встановлення одиниць необхідного устаткування розраховують за допомогою наступної формули :

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ		
Розроб.		Шевчун Д.Ю.					
Перевір.		Нараєвський С.В					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.					НТУУ «КПІ», ІФФ, ФЛ-51		

$$K = Ц(a_T + a_6 + a_M), \quad (6.3)$$

де Ц – договірна ціна одиниці технологічного устаткування, грн.;

a_T – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати на придбання устаткування (0,05...0,1);

a_6 – коефіцієнт, що враховує будівельні роботи (0,02...0,08);

a_M – коефіцієнт, що враховує витрати на монтажні роботи (0,05...0,1).

Розрахунок капітальних вкладень в устаткування сумішо-приготувального відділення наведений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Розрахунок капіталовкладень в устаткування

Найменування устаткування	Кількість, шт.	Вартість за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.	Витрати на монтаж, грн.	Всього, грн.
2	3	4	5	6	7
Котковий змішувач моделі 15114	1	350 000	350 000	5 000	355 000
Котковий змішувач моделі S1110D	1	120 000	120 000	3 000	123 000
Котковий змішувач моделі 15101	1	160 000	160 000	3 000	163 000
Стрічковий конвеєр	13	30 000	390 000	8 000	398 000
Циліндричний бункер	1	12 000	12 000	1 000	13 000
Жолоб	1	600	600	50	650
Прямокутний бункер	5	13 000	65 000	5 000	70 000
Елеватор	2	40 000	80 000	4 000	84 000
Магнітний сепаратор	1	200 000	200 000	2 000	202 000
Полігональне сито	1	75 000	75 000	1 500	76 500
Мостовий кран	1	250 000	250 000	4 000	254 000
Дозатори	6	7 500	45 000	1 000	46 000
Лабораторне устаткування	1	450 000	450 000	5 000	455 000
Всього					2 240 150

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість обігового фонду оснастки та інструменту в загальному вигляді визначається з розрахунку 8 грн. на одиницю придатного литва (річна програма):

$$K_{\text{осн}} = 8 \cdot n_{\text{заг}}, \quad (6.4)$$

де $n_{\text{заг}}$ – загальна кількість виливок на рік, шт.

Підставивши значення в формулу (6.4), отримуємо:

$$K_{\text{осн}} = 8 \cdot 2000 = 16000 \text{ грн.}$$

Вартість виробничого та господарчого інвентарю приймаємо в розмірі 2% від вартості устаткування:

$$K_{\text{інв}} = 2240150 \cdot 0,02 = 44803 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення в запаси матеріалів розраховують за формулою:

$$K_{\text{м}} = \sum M_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (6.5)$$

де M_i – середня кількість запасів матеріалів i -го типу, т;

C_i – оптова ціна матеріалу i -го типу, грн.;

K_i – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати на придбання матеріалу i -го типу.

Розрахунок капітальних вкладень в запаси сумішоприготувального відділення наведений у таблиці 6.2.

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2 – Визначення капітальних вкладень у запаси матеріалів

Найменування матеріалу	Кількість на 1 т литва, кг	Величина запасу, т	Планова ціна, грн./т	Вартість мінімального запасу, грн.
Оборотна суміш	8500	170	420	71400
Кварц пилоподібний	400	8	1200	9600
Бентонітова глина П2Т ₂ А	300	3	2500	7500
Крохмаліт	10	0,2	6000	1200
Кварцовий пісок 2K ₂ O ₂ O ₃	510	10,2	420	4284
Кварцовий пісок 1KiOi010	92,5	1,85	550	1017,5
Смола СФП-011Л	5	0,1	12000	1200
Спирт етиловий	2,5	0,05	26000	1300
Всього				97501,5

Визначаємо кількість необхідних капіталовкладень у дільницю:

$$K = 2240150 + 16000 + 44803 + 97501,5 = 2398454,5 \text{ грн.}$$

6.2 Визначення чисельності робітників та витрат на заробітну плату

Кількість основних виробничих працівників кожної з професій визначається із трудомісткості виробничих операцій, які здійснюються на дільниці, або по аналогії із діючим виробництвом. Чисельність основних робітників дільниці наведено у таблиці 6.3, а допоміжних у таблиці 6.4.

Витрати на заробітну плату робітників складаються з основної та додаткової заробітної плати з відрахуванням на соціальні потреби. Сума цих нарахувань складає 22% від загального річного фонду заробітної плати [13].

Загальний фонд заробітної плати робітників розраховується наступним чином: спочатку визначають основний і додатковий фонд заробітної плати.

Основний фонд заробітної плати за рік (у грн.) для відрядників за професіями і розрядами розраховується за формулою:

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З = N \cdot \Phi \cdot C, \quad (6.6)$$

де N – число основних робітників даної професії та розряду, чол;

Φ – ефективний фонд часу роботи одного робітника за рік, год;

C – годинна тарифна ставка, грн.

Розмір премії приймаємо 25...35% від фонду основної заробітної плати.

Розмір додаткового фонду визначається як сума всіх перерахованих виплат.

Загальний фонд заробітної плати розраховується як сума основного та додаткового фондів.

Результати розрахунків заробітної плати приведені у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунки заробітної плати

Найменування професії	Розряд	Годинна ставка, грн.	Чисельність робітників, осіб	Плановий фонд робочого часу	Фонд основної зарплати, грн.	Фонд додаткової заробітної плати, грн.	Загальний фонд заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8
Сумішоприготувальник	4	26,63	6	1840	293995	73499	367494
Оператор сепаратора	4	26,63	2	1840	97999	24500	122500
Оператор полігонального сита	4	26,63	2	1840	97999	24500	122500
Лаборант	5	31,13	2	1840	114560	28640	143200
Допоміжні робітники	3	25,13	4	1840	184957	46240	231197
Разом			16		789510		986891

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу приведений у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу

Посада	Кількість, осіб	Місячний оклад, грн.	Річний фонд заробітної плати, грн.
1	2	3	4
Начальник відділення	1	16500	198000
Майстер зміни	2	15000	180000
Разом	3		378000

6.3 Визначення загальновиробничих витрат дільниці

Витрати на електроенергію визначаємо, виходячи із вартості 1 кВт-год електроенергії, що дорівнює 1,32 грн/кВт-год.

$$C_e = 688380 \cdot 1,32 = 908661,6 \text{ грн.}$$

Вартість води визначаємо з розрахунку 5,48 грн. за 1 м³:

$$C_v = 5,48 \cdot 23423,8 = 128314,2 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання і експлуатацію устаткування приймаються в розмірі 10% від його балансової вартості:

$$P_{\text{утр}} = 0,1 \cdot 2240150 = 224015 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт оснастки та інвентарю складають 25% від їх вартості:

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{p.осн.буд.} = 0,25 (3200000 + 44803) = 811200,75 \text{ грн.}$$

Величина транспортних витрат складає 60 грн. на 1 т придатного литва:

$$P_{тр} = 60 \cdot 3894 = 233640 \text{ грн.}$$

Величина амортизаційних відрахувань визначається згідно з утвердженими нормами амортизацій, і цей розрахунок наведений у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Загальновиробничі витрати по дільниці

Найменування статті витрат	Сума, тис. грн.
2	3
Заробітна плата	1364890
Відрахування на соціальні заходи	300175
Енергетичні витрати:	
1 - електроенергія	908661,6
2 – вода	128314,2
Допоміжні матеріали:	
1 - матеріали для здійснення технологічного процесу	42300
2 - матеріали для експлуатації устатковування	34500
3 - матеріали для дільничних потреб	68000
Ремонт та утримання у робочому стані:	
1 - устатковування,	224015
2- інвентарю та оснастки	811200,75
Амортизація:	
1- устатковування	450000
2- оснастки та інвентарю	778752,72
Транспортні витрати	233640
Витрати на дослідження, випробування	9500
Витрати на охорону праці	6650
Витрати на винахідництво та раціоналізацію	4750
Канцелярські витрати	10000

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інші витрати	54453
Всього	5499772,27

Амортизаційні відрахування на оснастку та інвентар визначають згідно норм і складають 24% від їх вартості:

$$A_{\text{інв}} = 0,24(3200000 + 44803) = 778752,72 \text{ грн.}$$

Витрати на дослідження, експерименти та випробування приймаємо у розмірі 500 грн. на одного працівника:

$$P_{\text{досл}} = 500 \cdot 19 = 9500 \text{ грн.}$$

Витрати на винахідництво і раціоналізацію приймаються 250 грн. на одного працюючого:

$$P_{\text{рац}} = 250 \cdot 19 = 4750 \text{ грн.}$$

Витрати на охорону праці та техніку безпеки визначають з розрахунку 350 грн. на одного працюючого:

$$P_{\text{охор}} = 350 \cdot 19 = 6650 \text{ грн.}$$

Інші невраховані витрати можна вважати рівними 1% від загальної суми врахованих загальновиробничих витрат по дільниці:

$$P_{\text{невр}} = 0,01 \cdot 3023,512 = 30,235 \text{ тис. грн.}$$

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.4 Розрахунок продуктивності праці на дільниці

Продуктивність праці розраховуємо як відношення обсягів виробництва придатного литва за рік до загальної чисельності персоналу дільниці:

$$ПП = Q/n,$$

де Q – кількість придатного литва за рік, т;

n – загальна чисельність персоналу дільниці, особа.

$$ПП = 3894/19 = 204,94 \text{ т/особу}$$

6.5 Розроблення планової собівартості продукції

Таблиця 6.6 – Планова калькуляція собівартості 1 т продукції сумішоприготувального відділення (формульованої та стрижневої суміші)

Найменування статей витрат	% компонента в суміші	Кількість на 1 т литва, кг	Планова ціна за 1 т, грн.	Вартість на 1 т, грн.
1	2	3	4	5
1. Формувальна суміш:				
- оборотна суміш	85	8500	420	3570
- кварц пилоподібний	4	400	1200	480
- бентонітова глина	3	300	2500	750
марки П2Т ₂ А	0,1	10	6000	60
- крохмаліт	5,1	510	420	214,2
- кварцовий пісок	2,8	280	5,48	1,5
марки 2К ₂ О ₂ О3				
- вода				
Разом	100			5075,7

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.Стрижнева суміш:				
-пісок 1K1O1010	92,5	92,5	550	50,9
-смола СФП-011Л	5	5	12000	60
-спирт етиловий	2,5	2,5	26000	65
Разом				175,9

6.6 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Для порівняння варіантів технічних рішень застосовуємо такі показники економічної ефективності:

– трудомісткість продукції:

$$t = \text{Ч}_{\text{осн}} \cdot \Phi^{\text{пл}}_{\text{ор}} / Q, \text{ нормо} \cdot \text{год} / \text{т}, \quad (6.7)$$

де t – трудомісткість продукції, нормо · год /т;

$\text{Ч}_{\text{осн}}$ – чисельність основних робітників, осіб;

$\Phi^{\text{пл}}_{\text{ор}}$ – плановий час роботи робітника за рік, год;

Q – плановий річний обсяг виробництва продукції, т.

Підставивши необхідні значення в формулу (8.7),отримаємо:

$$t = 19 \cdot 1840 / 3894 = 8,98 \text{ нормо} \cdot \text{год/т}.$$

Оскільки формувальні та стрижневі суміші, що виготовляються спроектованим сумішоприготувальним відділенням, не є предметом торгівлі, а виготовляються самостійно кожним цехом для власних технологічних потреб, то в розрахунку періоду окупності даного відділення немає жодного практичного сенсу.

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Головним напрямком охорони праці в розвитку ливарного виробництва є створення та впровадження безвідходних та маловідходних прогресивних технологічних процесів виробництва, а також створення на робочих місцях безпечних та комфортних умов праці.

Відділення насичене устаткуванням, яке, як правило, є джерелом наступних шкідливих і небезпечних факторів: надмірна запиленість і загазованість робочої зони, підвищений рівень шуму, вібрацій, які впливають на нервово-психологічний і фізичний стан людини, джерела електричної небезпеки і пожежної небезпеки, а також рухомі механізми, що можуть травмувати чи завдати механічних пошкоджень[14].

Основним устаткуванням відділення є коткові змішувачі, елеватор, стрічкові конвеєри, магнітний сепаратор, полігональне сито.

Метою цього розділу є аналіз небезпечних та шкідливих чинників в сумішо-приготувальному відділенні, розробка заходів та засобів їх усунення. Темою проекту є розроблення технології вилівка «Коробка» та проектування сумішо-приготувального відділення.

7.1 Організаційні питання охорони праці на підприємстві

Основні положення щодо охорони праці наведені в Законі України «Про охорону праці».

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шевчун Д.Ю.			ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.
Перевір.		Зацарний В.В.					Аркушів
Н. Контр.		Федоров Г.Є.				НТУУ «КПІ», ІФФ, ФЛ-51	
Затверд.							

Згідно статті 13, Закону України «Про охорону праці» директор підприємства зобов'язаний забезпечити на робочому місці та у кожному структурному відділенні умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечення нормативно-правових вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці [14].

За статтею 14, працівник несе безпосередню відповідальність за порушення вимог техніки безпеки. Основну відповідальність несе робітник.

За статтею 15, коли чисельність підприємства складає до 50 чоловік, функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. В сумішо-приготувальному відділенні працює 16 осіб, оскільки їх кількість менше 20 то необхідності в власній службі охорони праці не має.

7.2 Аналіз параметрів приміщення. План

Сумішоприготувальне відділення цеху має комплекси для виготовлення формувальної та стрижневої сумішей, які його основною продукцією, розміри відділення 18х24 м.

Формувальна суміш виготовляється в одному змішувачі моделі 15114, компоненти суміші поступають в змішувач з двох бункерів (пульпа з циліндричного, а оборотна суміш з прямокутного), розташованих над ним, далі суміш вивантажується на стрічковий конвеєр і транспортується до формувально-складально-заливально-вибивального відділення. Схожа схема використовується і при виготовленні стрижневої суміші, суміш готується в змішувачі моделі S1110D, куди її сипкі компоненти поступають з двох бункерів, готова суміш за допомогою стрічкового конвеєра поступає в стрижневе відділення.

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також в сумішо-приготувальному відділенні виконується підготовка оборотної суміші, вона проводиться з допомогою полігонального сита та магнітного сепаратора.

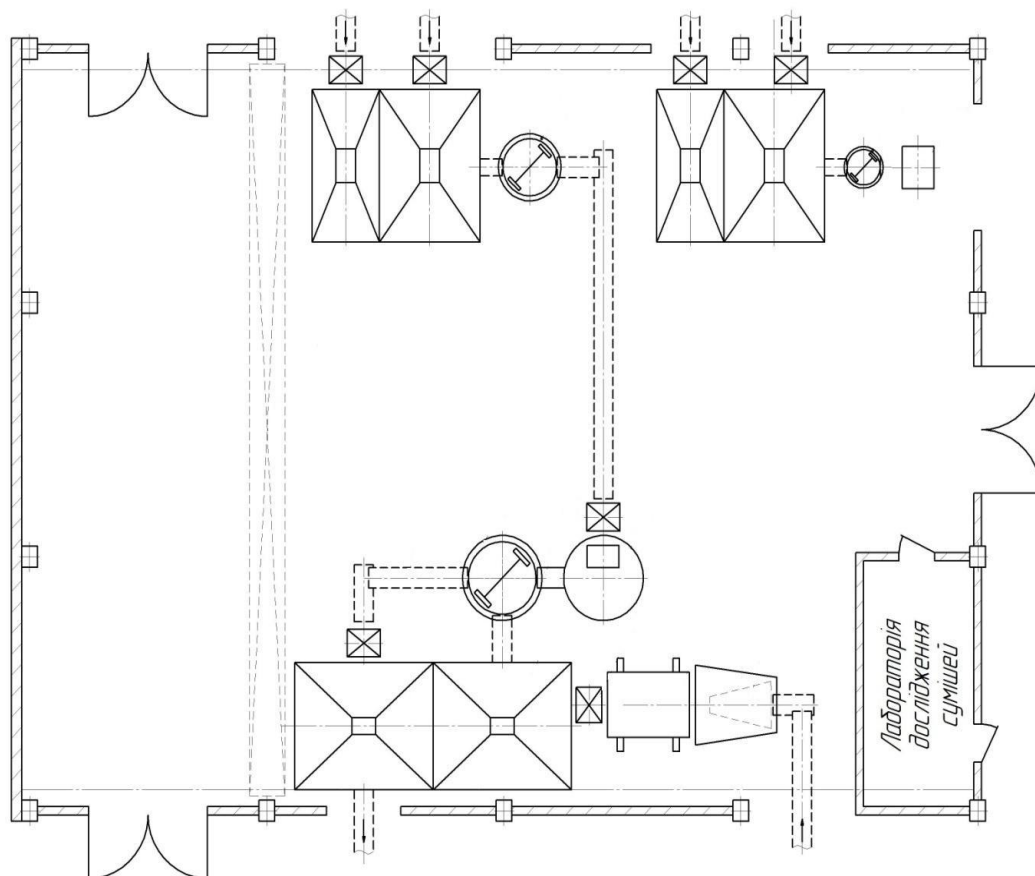


Рисунок 7.1 – Схема компоновки ливарного цеху

7.3 Аналіз мікроклімату цеху

Мікроклімат виробничих приміщень – це умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін праць і оточенням. Мікроклімат характеризується показниками: температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового випромінювання.

Оптимальні параметри мікроклімату в робочих приміщеннях в холодний період року для категорії робіт важка ІІІ, відповідно температура

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складає 16...18 °С, відносна вологість 40...60%, швидкість руху повітря 0,3 м/с. В теплий період року – 18...20 °С, вологість – 40...60%, швидкість руху повітря 0,4 м/с.

Для дотримання відповідного мікроклімату в цеху, в холодну пору року він обігрівається. Для дотримання швидкості руху і вологості повітря цех обладнується вентиляцією. Для доступу природного світла в зовнішніх стінах виконуються світлові прогони із сталевих віконних плетінь, а для освітлення всієї площі цеху використовується верхнє освітлення за допомогою ліхтарів.

Інтенсивність теплового випромінювання поверхонь, що працюють від нагрівання, і освітлювальних приладів має не перевищувати 35 Вт/м² при опроміненні 50 % і більше поверхні тіла людини, 70 Вт/м² при опроміненні тіла на 25...50 % і 100 Вт/м² при опроміненні не більше, ніж 25%. Інтенсивність теплового опромінення робітників, що працюють з відкритими джерелами випромінювання, має не перевищувати 140 Вт/м² при опроміненні до 25 % тіла і обов'язковому використанні ЗІЗ (засобів індивідуального захисту).

Тривала дія високої температури повітря при одночасно підвищеній його вологості призводить до збільшення температури тіла людини до 38...40 °С (гіпотермія), внаслідок чого здійснюється різноманітні фізіологічні порушення в організмі: зміни у обміні речовин, у серцево-судинній системі, зміни функцій внутрішніх органів (печінки, шлунка, жовчного міхура, нирок), зміни у системі дихання, порушення центральної та периферичної нервових систем [14].

7.4 Аналіз освітленості сумішо-приготувального відділення

У відділенні, що проектується, має місце штучне та природне освітлення. У відповідності до ДНБ В.2.5–28–2006, освітленість приміщень для робіт з матеріалами, що світяться, за розрядом зорової роботи – VII,

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

штучне освітлення при системі загального освітлення складає 200 лк (сукупність нормованих величин показника осліплення та коефіцієнта пульсації: $P = 40$, $K_{\pi} = 20\%$); природне освітлення при верхньому чи комбінованому КПО=3, при боковому – КПО =1; суміщене освітлення при верхньому – КПО = 1,8, при боковому КПО = 0,6.

При системі комбінованого штучного освітлення необхідно, щоб світильники загального освітлення створювали не менше 10% нормованого освітлення. Затемнення робочих місць мостовими кранами компенсується допоміжними світильниками, установленими на еластичних підвісках на кранах. Освітленість на шкалах вимірювальних приладів передбачається не менше 500 лк при люмінесцентних лампах і 300 лк при лампах розжарювання. Освітлення від світильників на пультах управління не менш 150 лк при люмінесцентних лампах і 50 лк при лампах розжарювання.

7.5 Аналіз шуму і вібрації

Відділення, що проектується, оснащене устаткуванням: коткові змішувачі, елеватор, стрічкові конвеєри, магнітний сепаратор, полігональне сито, яке являється джерелом шуму і вібрації. У відповідності до ДСН 3.3.6.037–99, максимально припустимий рівень звуку у виробничих відділеннях складає 80 дБ. Джерелом найбільшого шуму являються коткові змішувачі, рівень шуму яких досягає 65...75 дБ.

Шум призводить до захворювань органів слуху, нервової і серцево–судинної систем, тому все встановлене в цеху обладнання має відповідати вимогам до шумових характеристик згідно ГОСТ 12.1.003–83.

Для зменшення шуму встановлюємо віброізолючий фундамент і амортизатори під обладнання, для попередження передачі вібрації на будівельні конструкції; відокремлюємо менш шумні дільниці і конторські приміщення стінками і перегородками, які мають досить,

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

велику звукоізоляцію. Використовують засоби індивідуального захисту (навушники).

Загальна вібрація за санітарними нормами ДСН 3.3.6.039-99, відноситься:

- категорія 2 транспортно-технологічна. До джерел транспортно-технологічної вібрації відноситься весь транспорт виробничих приміщень;
- категорія 3 тип «а» технологічна вібрація, що діє на постійні робочі місця виробничих відділень.

Підприємство періодично проводить оцінку шумової і вібраційної безпеки праці на робочих місцях, при виконанні реальних технологічних операцій і технологічних процесів. Результати оцінки рівнів шуму і вібрації надають в санепідемстанцію [14].

7.6 Аналіз джерел виділення пилу та газів

Основними джерелами забруднення атмосфери (пилом, випарами етилового спирту) і водойм механічними суспензіями (піщано-глинисті та піщано-смоляні суміші) в сумішоприготувальних відділеннях є змішувачі, в яких готуються суміші, та конвеєри, по яких вони транспортуються. Шкідливі речовини, що зустрічаються в сумішоприготувальному відділенні, діють на організм наступним чином: пил - захворювання силікозом та іншими небезпечними захворюваннями; випари етилового спирту - можуть викликати запаморочення, при дуже високих дозах - стан сп'яніння.

У відповідності до ГОСТ 12.1.007–81, шкідливі речовини, що виділяються при роботі цеху, можна віднести до двох (III,IV) з чотирьох класів небезпеки в залежності від ГДК (гранично допустима концентрація), яка визначається за ГОСТ 12.1.005–88.

У сумішоприготувальному відділенні при виробництві формувальних та стрижневих сумішах виділяється велика кількість пилу, тому встановлюється природна та штучна вентиляція, також використовуються ЗІЗ (респіратори),

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідно до ГОСТ 12.4.011-87. Задачею вентиляції є забезпечення чистим повітрям приміщення і утворення сприятливих метеорологічних умов. Для осадження пилу в відділенні також використовують установки-пиловловлювачі (відцентрові скрубери, через які буде проходити забруднене повітря).

Крім цього на робочих місцях, через виділення значної кількості пилу, встановлюється місцева вентиляція у вигляді витяжних зонтів.

7.7 Аналіз джерел ураження електричним струмом

В сумішо-приготувальному відділенні електричними установками є: коткові змішувачі, елеватор, магнітний сепаратор.

Джерелами ураження електричним струмом є: провідники з пошкодженою ізоляцією, невиконання техніки безпеки при роботі з електричним устатковуванням, невідповідність засобів захисту електричного устатковування вимогам безпеки.

За ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом сумішоприготувальне відділення можна віднести до класу приміщень з особливою небезпекою, що обумовлено наявністю потужних струмопроводів (220, 380 В), можливістю дотику людини до металоконструкцій, корпусів електрообладнання та ін.

Електричні травми можуть спричиняти наступні фактори:

- невідповідність електроустановок, засобів захисту і приладів вимогам безпеки;
- невиконання технічних заходів безпеки;
- організаційно-соціальні причини.

Чинники, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом, поділяються на три групи: електричного характеру, не електричного характеру і чинники виробничого середовища.

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Безпечність експлуатації при нормальному режимі роботи електроустановок забезпечується наступними захисними заходами: застосуванням ізоляції, недоступністю струмопровідних частин, застосуванням малих напруг, захисним заземленням і використанням електрозахисних засобів, вчасний огляд і ремонт обладнання.

7.8 Заходи по захисту навколишнього середовища

Технологічний процес виготовлення виливків включає в себе багато операцій, при виконанні яких виділяється пил, аерозолі і газу.

На дільниці, що проектується, пил утворюється при приготуванні суміші. Металургійні підприємства викидають пил 34,8%, із них 10% ливарне виробництво. Хімічний склад викидів в атмосферу дуже різноманітний. В повітря надходить до мільйону забруднених органічних речовин різного виду.

Повітря, яке видаляється вентиляційними системами із цеху після очищення, має шкідливі домішки в допустимих нормах концентрації ПДК = 10 мг/м³. Основний вид забруднення стічної води: пісок, пил. Стічна вода видаляється через цехову каналізаційну систему, яка входить в загально заводську каналізаційну систему.

Для багатьох підприємств допускається спуск стічних вод, що вміщують шкідливі речовини, після відповідної обробки, у міську каналізаційну мережу, так що концентрація шкідливих речовин у суміші стічних вод підприємства та міських стічних вод не перевищує встановлених норм.

Для очищення стічної води ливарного цеху вибираємо систему зворотного водопостачання [15].

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.9 Механічна небезпека

Механічні небезпеки на підприємствах являють собою рухомі машини і механізми, незахищені рухливі елементи виробничого устаткування, вироби, що пересуваються; заготовки, матеріали, руйнуються конструкції, гострі кромки, стружка, задирки і шорсткості на поверхні заготовок, інструментів та обладнання, а також падіння предметів з висоти.

Для захисту людини від механічних небезпек при експлуатації роботизованих виробничих систем застосовуються два основні методи, які передбачають забезпечення неможливості проникнення людини в робочу зону при наявності джерел небезпеки, які представляють реальну загрозу для його життя чи здоров'я; застосування спеціальних пристосувань і пристроїв, безпосередньо захищають людину від будь ідентифікованої небезпеки, що представляє реальну загрозу для його життя чи здоров'я.

7.10 Пожежна безпека

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів (згідно з ГОСТ 12.1.004–91, належать: полум'я та іскри, підвищена температура, дим, знижена концентрація кисню).

Категорія приміщення по пожежній безпеці Д (ДСТУ Б В.1.1-36:2016).

Причиною займання пожежі в приміщенні може стати коротке замикання електрообладнання сумішо-приготувального відділення, причина цьому не дотримання норм експлуатації обладнання.

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно до ГОСТ 12.1.004–91, пожежна безпека об'єкта забезпечується системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту та системою організаційно-технічних заходів.

Основні причини виникнення пожежі в ливарному цеху – загорання електропроводки, використання легкозаймистих речовин, наявність відкритого джерела вогню [16].

При виникненні надзвичайних ситуацій чи аварії для захисту здоров'я та життя працівників необхідно евакуювати персонал, а також сповістити системою сигналізації та прямим телефонним зв'язком пожежну охорону підприємства та міста.

Для запобігання пожежі та аварійних ситуацій необхідно дотримуватися правил техніки безпеки, пожежної безпеки, правил експлуатації обладнання.

Для забезпечення протипожежної безпеки передбачені наступні заходи:

- навколо цеху має бути розміщений зовнішній водопровід, який має гідранти, розташовані через 100 м;
- повинні бути передбачені проїзні дороги;
- біля можливих місць виникнення пожежі розміщується такий інвентар: вогнегасники, як первинні засоби для боротьби з вогнем, а також: відра, ящики з піском, діжки з водою, лопати, пожежні ломы, багри, сокири, азбестове полотно;
- всі ємності з палим та вибухонебезпечними речовинами ізолювані і розташовані на необхідній відстані від можливих джерел появи полум'я;
- на випадок виникнення пожежі передбачена сигналізація та прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

Запобігання появі пожеж забезпечується дотриманням правил експлуатації машин і механізмів, обладнанням споруд, що виконують функції захисту від блискавок [16].

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У відділенні, що проектується, застосовуються порошкові вогнегасники ОУ – 5 і ОП – 10, а також, стаціонарні ОП – 100. Кількість вогнегасників визначається з розрахунку на 400м² – 2 вогнегасники ОУ–5 і один ОП – 10.

Відстань до можливого джерела виникнення пожежі від місця розміщення вогнегасника не має перевищувати 40 м.

Відповідальними за виконання протипожежного режиму виступають керівник підприємства, а також, начальники цеху та відділення.

План евакуації у разі виникнення пожежі зображений на рис. 7.2.

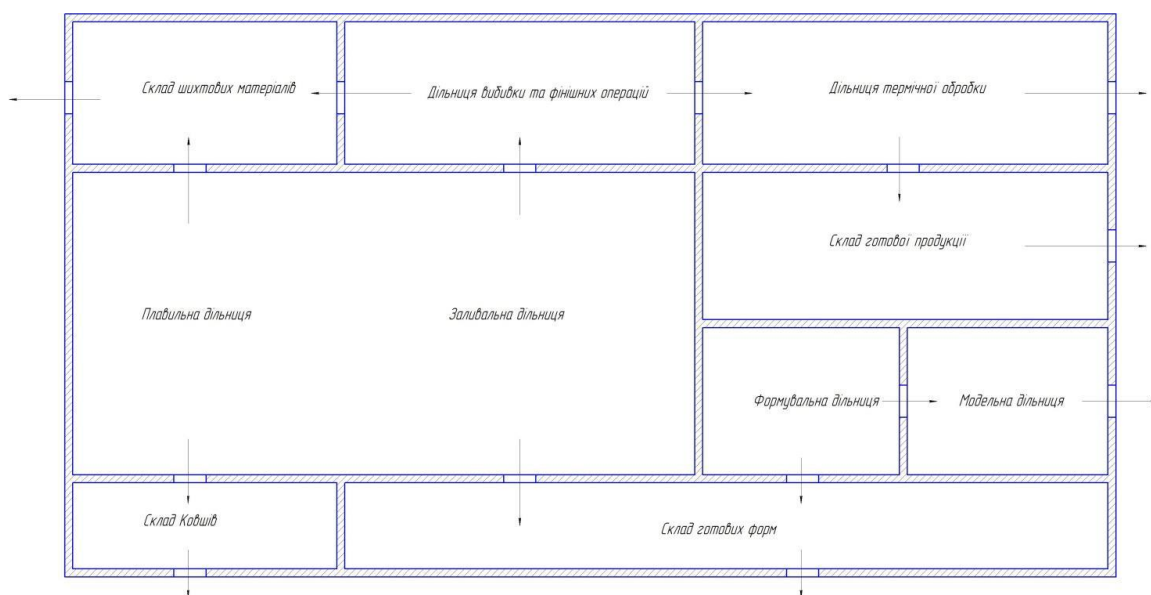


Рисунок 7.2 – План евакуації плавильного відділення

					ФЛ51.5109.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Федоров Г.Є. та ін.. Проектування ливарних цехів. Підручник у 2 ч. / Федоров Г.Є., Ямшинський М.М., Могилатенко В.Г.– К.: НТУУ «КПІ» – 2011. – 588 с.
2. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту за освітньо-кваліфікаційним рівнем підготовки «бакалавр». Напрямок підготовки 6.050402 – Ливарне виробництво / Г.Є. Федоров, В.М. Дробязко, Л.М.Сиропоршнєв, М.М. Ямшинський.– К.:ВПК«Політехніка», 2011. – 67 с.
3. Фанталов Л.И. и др. Основы проектирования литейных цехов и заводов.
Фанталов Л.И., Кнорре Б.В., Четверухин С.И. // М.: Машиностроение. – 1979. – 376 с.
4. Матвеев И.В., Тарский В.Л. Оборудование литейных цехов. Учебник для техникумов – М., «Машиностроение», 1976 – 440с.
5. Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. – М.:Машиностроение, 1985, – 320с.
6. Марочник сталей и сплавов/М.М. Колосков, Е.Т. Долбенко, Ю.В. Ка-ширский и др.; Под общей ред. А.С. Зубченко- М.: Машиностроение, 2001. - 672 с.
7. Дорошенко С.П., Федоров Г.Є. Модельна оснастка для виробництва виливків у піщаних формах: Навч. посіб. - К.: ІВЦ «Політехніка», 2003. - 112 с.
8. Справочник литейщика: Общие сведения по литью./Под ред. Н.Н. Рубцова. - М.: Машгиз, 1962. - 524 с.

					ФЛ51.5109.1110.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		
Розроб.		Шевчун Д.Ю.					
Перевір.		Фесенко М.А.					
Реценз.							
Н. Контр.		Федоров Г.Єю					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						1	2
					НТУУ «КПІ», ІФФ, ФЛ-51		

9. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Теоретичні основи ливарного виробництва» для студентів спеціальності «Ливарне виробництво чорних та кольорових металів»/Укл. А.П. Сьомик, В.М. Дробязко. - К.: НТУУ «КПІ», 1998. - 87 с.
10. Могилев В.К, Лев О.И. Справочник литейщика: Справочник для профессионального обучения рабочих на производстве. - М.: Машиностроение, 1988. - 272 с.
11. Макаревич О.П., Федоров Г.Є., Платонов Є.О. Виробництво виливків із спеціальних сталей. - К.: Видавництво НТУУ „КПІ”, 2005. - 712 с.
12. Аксенов П.Н. и др. П.Н. Машины литейного производства. Атлас конструкций. Учебное пособие для машиностроительных вузов по специальности «Машины и технология литейного производства» / Аксенов П.Н, Орлов Г.М.,Благонравов Б.П. – 1972 – 152с.
13. Гавриш О.А. та ін. Методичні рекомендації до розробки економічної частини дипломних проектів і робіт / О.А. Гавриш, В.І. Кривда, С.В. Нараєвський. – К.: ІВЦ “Політехніка”. – 2010. – 54с.
14. Безпека життєдіяльності : підручник для студ. вищ. навч. закладів / Є. П. Желібо, В. В. Зацарний. Київ : Каравела, 2006. 288 с.
15. Зацарний В.В. Конспект лекцій з дисципліни «Основи охорони праці»./ К.: 2016 – 74 с.
16. Справочник по охране труда на промышленных предприятиях /Ткачук К.Н., Иванчук Д.Ф. и др. – К.: Техника, 1991. – 285с

					ФЛ51.5109.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Перше приймання	Формат	Зона	Позиція	Позначення					Найменування			Кількість	Примітка
									Документація				
				A1	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002 СК				Модель верха				
Дов. №									Деталі				
					1	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.001			Втулка пряма 0290-0862				
									ГОСТ 20127-74			1	
					2	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.002			Втулка центральна 0290-0856				
									ГОСТ 20126-74			1	
					3	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.003			Модель верха			1	
					4	ДП ФЛ51.5109.1110.0006. 0002.004			Модель наливки відкритої			2	
					5	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.005			Модель наливки закритої			4	
					6	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.006			Модель стійки			1	
					7	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.007			Модель шлаковловлювача			1	
					8	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.008			Модельна плита 880-780				
Підпис і дата									ГОСТ 20131-80			1	
					9	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.009			Штир прямий 0290-2551				
									ГОСТ 20123-74			1	
					10	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.010			Штир центральний 0290-2501				
									ГОСТ 20123-74			1	
					11	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.011			Штир ГОСТ 5927-70			4	
					12	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.012			Штир 0298-1373 ГОСТ 20248-74			1	
				Підпис і дата									
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													
Підпис і дата													

Перше приймання		Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка			
Дов. №											
						Стандартні вироби					
			13	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.013	Болт М8х25 ГОСТ 7798-70	8					
			14	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.014	М8х30	8					
			15	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.015	Гайка М6 ГОСТ 5915-70	4					
			16	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.016	М12	1					
			17	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.017	Гвинт М6х45 ГОСТ 1775-80	4					
			18	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.018	Шайба 6Н ГОСТ 6402-70	4					
			19	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.019	8Н	16					
			20	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.020	12Н	1					
			21	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0002.021	Штифт 2,6х40 ГОСТ 3128-70	7					
Підпис і дата	A1			ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0003 ЗВ	Форма в складеному вигляді						
					Складальні одиниці						
			1	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0003.001	Втулка прямна 0290-1252						
					ГОСТ 15019-69	2					
			2	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0003.002	Втулка центрувальна 0290-1052						
					ГОСТ 15019-69	2					
			3	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0003.003	Опока 0270-0013 ГОСТ 15002-69	1					
			4	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0003.004	Опока 0270-0017	1					
			5	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0003.005	Штир напрямний 0290-0102						
					ГОСТ 22965-78	1					
Інв. № ориг.				6	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0003.006	Штир центрувальний 0290-0101					
					ГОСТ 22965-78	1					
Зм.					Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ		Арк.
											114

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К	Примітка
				Документація		
A1			ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004 ЗВ	Загальний вигляд		
				Складальні одиниці		
		1	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.001	Розтискаючий пристрій	2	
		2	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.002	Траверса	2	
		3	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.003	Вісь	2	
		4	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.004	Упор	2	
		5	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.005	Вертикальний вал	1	
		6	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.006	Електродвигун	1	
		7	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.007	Корпус	1	
		8	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.008	Зубчасте колесо	1	
		9	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.009	Редуктор	1	
		10	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.010	Вісь	2	
		11	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.011	Коток	2	
		12	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.012	Важіль	2	
		13	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.013	Відвал зовнішній	2	
		14	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.014	Відвал внутрішній	1	
		15	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.015	Важіль	2	
		16	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.016	Кришка	1	
		17	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.017	Важіль(лівий,правий)	2	
		18	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.018	Пневматичний циліндр	2	
		19	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.019	Корпус	1	
		20	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0004.020	Лоток	1	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ДП ФЛ51.5109.1110.0006.0000 ПЗ	
Розроб.		Шевчун Д.Ю.				
Пров.		Фесенко М.А.			Змішувач коткового типу	
Т.контр.						
Н.контр.		Федоров Г.Є				
УТВ.						
					Лист.	Аркуш
						115
						116
					ІФФ, ФЛ-51	

